

食品産業技術ロードマップ集

～ 2010年代前半を見通した、より活力あるフードシステムの構築と
持続可能な循環型社会実現への食品産業技術の貢献 ～

平成23年3月

社団法人 農林水産先端技術産業振興センター

STAF

刊行に当たって

農林水産業、食品製造業、外食産業の産業群は、最終消費額で約74兆円(2005)を算出する大きな産業である。しかし、かつての82兆円(1995)という大きな額に比べれば産業規模の縮小化傾向は顕著である。その背景にはバブル崩壊後の社会経済全体の沈滞による影響もあったとはいえ、高齢化・少子化といった要因に加え、輸入食料の増加、輸入原料価格の高騰等の国際情勢の影響から、これら産業群の今後には難しい課題も多い。

こうした状況を踏まえ、食品産業の基盤強化に向けた新たな施策に活かすため農林水産省が実施する「農商工等連携促進技術対策事業」を受託した(社)農林水産先端技術産業振興センターは、産業振興の原動力である「技術」について、5年後の実用化を見すえて重点的に開発を進めるべき技術内容や開発の方向などから構成される「食品産業技術ロードマップ」の取りまとめを行った。

ロードマップで対象とした分野は、農林水産省が平成20年度に設けた「食品産業技術検討委員会」(座長:相良泰行東京大学教授)から指摘のあった、1. 食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保 2. 健康の維持・増進 3. 資源の利用の効率化、コスト縮減、副産物活用、廃棄物縮減・リサイクル、省エネ・CO₂削減 4. 国産農畜水産物の利活用の増進、自給率向上、地域活性化への対応 5. 生産性向上 の5つの社会的要請領域とした。

また、具体的な取りまとめに当たっては、これら領域との関連で将来の“食と社会のあるべき姿”を念頭に、その実現に向けて開発すべき技術をバックキャストするアプローチを採用した。こうした手法は、「シナリオ・ドリブン」または「コンセプト・ドリブン」といわれるもので、技術シーズから将来の姿をフォアキャストするこれまでの手法とは全く逆の発想に基づくものである。

現在、「活気ある国造り」を目指した「新成長戦略」の実現に向け、さまざまな施策が進められている。「新成長戦略」の柱であるライフィノベーション及びグリーンイノベーションは、それぞれ健康や環境・エネルギー分野の関連産業の振興を通して経済成長を図ろうとするものである。一方、新たに策定される第4期科学技術基本計画では、これら2つのイノベーションの実効性の確保の視点から、計画の柱のひとつとして、課題解決型イノベーションの重要性が強調されると伝えられている。

国の科学技術政策が産業利用に対応してアウトカムを重視する方向に変わろうとする状況の中で、こうした考え方とアプローチを先取りした本ロードマップは、産業界や学界などからも高く評価を得ている。本年度の成果に加え平成21年度のロードマップを一部補強したものとの合本とした本冊子が、関係者の皆様の参考に供されることを願っている。

最後に、ロードマップの策定にご尽力をいただいた山野井昭雄(味の素(株)社友)を委員長とした策定委員会及び専門部会の委員各位、並びにヒアリング等にご協力いただいた関係者に対して心より謝意を表する。

平成23年3月

(社)農林水産先端技術産業振興センター

理事長 岩元睦夫

目次

1. 事業の趣旨と目的、内容	1
2. 食品産業技術ロードマップの策定プロセスとスケジュール	2
3. “食のあるべき姿”と、実現する循環型社会のイメージ	3
4. ロードマップ策定に向けた分野別の環境分析、課題抽出	4
5. ロジックツリーによるコンセンサス構築とロードマップテーマの選定	
1)社会的要請領域 ① :食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保	5
2)社会的要請領域 ② :健康の維持・増進	6
3)社会的要請領域 ③ :資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO ₂ 削減	7
4)社会的要請領域 ④ :国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、食農連携への対応	8
5)社会的要請領域 ⑤ :生産性向上	9
6. ロードマップ課題の俯瞰スキーム	10
7. 専門部会におけるロードマップ策定	11
8. ロードマップ策定に当たっての前提事項	12
9. ロードマップ各論:社会的要請領域 ①	
1)基本方針	13
2)技術マップ	14
3)ロードマップ その1～3	15～17
10. ロードマップ各論:社会的要請領域 ②	
1)基本方針	18～19
2)技術マップ	20
3)ロードマップ その1～7	21～27
11. ロードマップ各論:社会的要請領域 ③	
1)基本方針	28
2)技術マップ	29
3)ロードマップ その1～7	30～36
4)我が国の食品産業が世界に先駆けて高グリーン化を達成していくは	37

12. ロードマップ各論:社会的要請領域 ④	
1) 基本方針	38
2) 技術マップ	39
3) ロードマップ その1～3	40- 42
13. ロードマップ各論:社会的要請領域 ⑤	
1) 基本方針	43
2) 技術マップ	44
3) ロードマップ その1～9	45- 53
4) 食の「安全・安心」に関して新しい社会的コンセンサスを得ていくには	54
14. ロードマップ策定:今後の展開	55
15. まとめに代えて:「食品産業技術ロードマップ」策定とその実行について(産業界の立場から)	
ロードマップ策定委員会委員長	56-57
16. 食品産業技術ロードマップ策定委員会・専門部会委員名簿	58-59

1. 事業の趣旨と目的、内容

食のあり方が問われる時代にあって、その“るべき姿”を示し、実現を目指していくことは重要である。本事業の目的は、「全国規模の食品産業技術ロードマップを策定するとともに、異分野、学際間を含めた広範な产学研官の連携形成を促進する」ことにある。より具体的には、5年後の“るべき姿”を予測し、その実現に向けた食品産業技術の貢献を意識しながら、必要とされる技術開発課題を抽出し、その解決行程を食品産業技術ロードマップ(以下ロードマップ)として明示していくことである。これから国内消費が人口比例すると仮定するなら、将来にわたって予測される総人口の減少は飲食料最終消費額(73.6兆円:2005年農林水産省による試算)を年間約4500億円規模で縮小していく可能性がある。超高齢社会における高齢者人口の増加は新たな消費者ニーズを生むことになろうが、生産年齢人口が減少する中、生産性の向上は新たな成長への至上命題であり、それを環境対策、食料自給率向上、地域活性化などと重ね合わせながら、食料生産から加工、流通、消費、それに食品廃棄に至る「フードシステム」全体の課題として捉えていく必要がある。ここでは、食品産業の活性化を念頭に、近未来的ではあるが、5年後を見据えた実用化技術を中心に検討した。食品関係企業や地域の食品産業関係組織等が自身の技術ロードマップを作成する際に参考される一方で、これが行政施策に反映され、実現への取組として広く展開されいく必要がある。今後はロードマップ課題を具体的な研究開発計画としていくことが急務となろう。

ロードマップ策定に当たってはいくつかの前提条件を設けたが、“るべき姿”をもとに、その実現プロセスをバックヤストすることを原則とし、超高齢社会におけるフードシステムのあり方、特に、食品産業のグリーン化を強く意識した。また、技術課題の解決に向かっては従来のイノベーションサイクルを自己完結型から外部に向けて開放した、いわゆる、「オープン・イノベーション」思考を積極的に取り入れることとした。さらに、食品産業の動向は消費者の主導によるところが大きく、“るべき姿”的実現には、消費者の理解とバックアップをベースにした新しい社会的コンセンサス作りが強く求められるところとなった。

実際のロードマップ策定プロセスは、食品産業技術に造詣の深い方々からなる食品産業技術ロードマップ策定委員会(以下策定委員会)において、消費者ニーズと食品産業が抱える社会背景的課題をもとに、先ずは、5年後の食の“るべき姿”を描出した。さらに、食品産業技術の現状と将来展望につき、農林水産省が平成20年度に設けた「食品産業技術検討委員会(座長:東京大学大学院農学生命科学研究科相良泰行教授当時)」における検討結果を踏まえた上で、ロードマップ策定に向けてあげられた5つの社会的要請領域(下表)について技術的な解決策の基礎的要因の把握、整理等を行った。続いて、策定委員会から現在の研究最前線にあるエキスパートへの委嘱に基づいて組織化された個別の専門部会において、具体的技術課題の精査をもとにその解決策について議論され、ロードマップ原案が作成された。そして、これをもとに策定委員会と専門部会の合同会議が開催され、より現実的な視点に立った提案としていくための議論を重ねながら、ロードマップ完成に至ったものである。

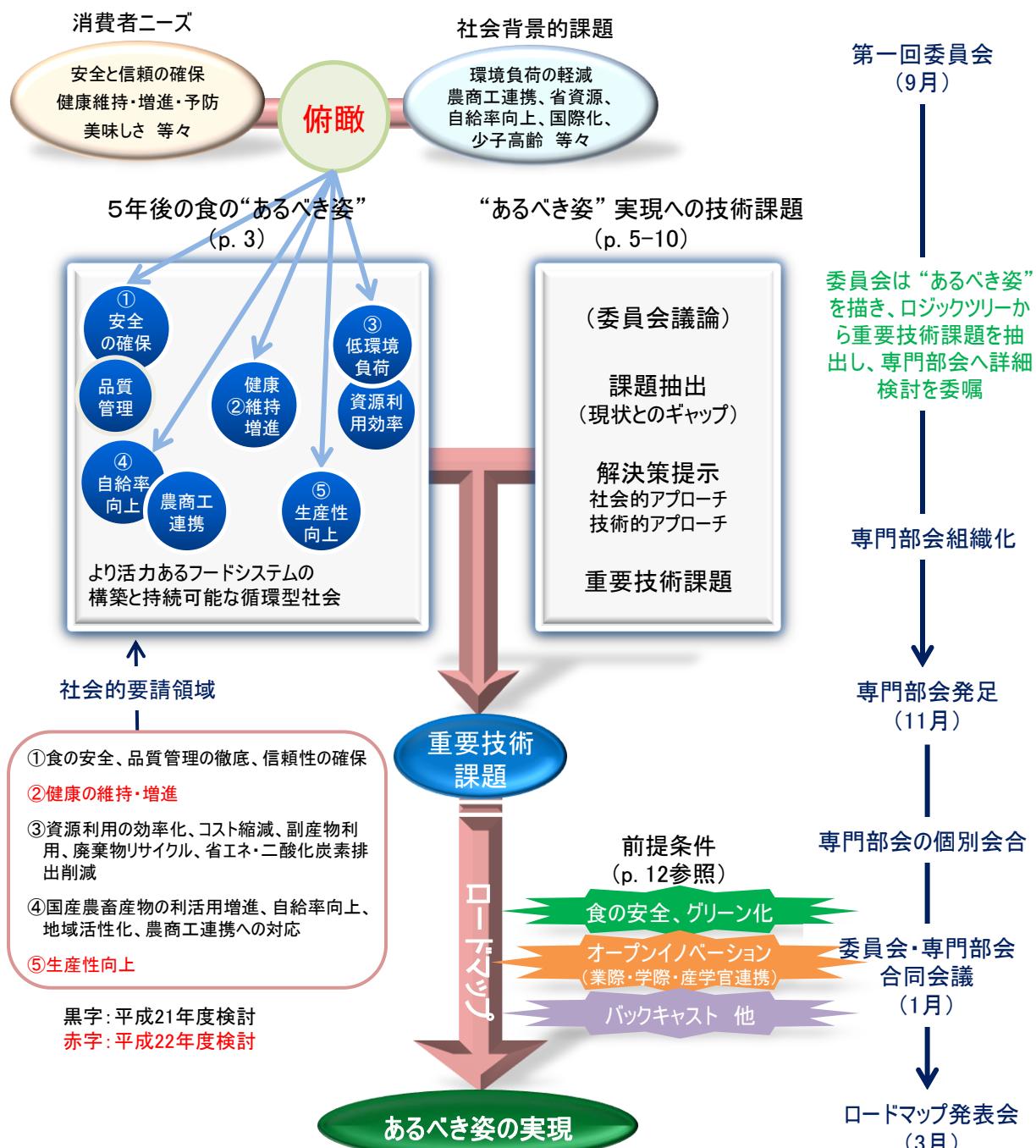
ロードマップ策定に際し、農林水産省より「社会的要請領域」としてあげられた5分野

(平成21年度は分野1)、3)、4)について、平成22年度は分野2)と5)についてロードマップ化)

- 1) 食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保
- 2) 健康の維持・増進
- 3) 資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減
- 4) 国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、農商工連携への対応
- 5) 生産性向上

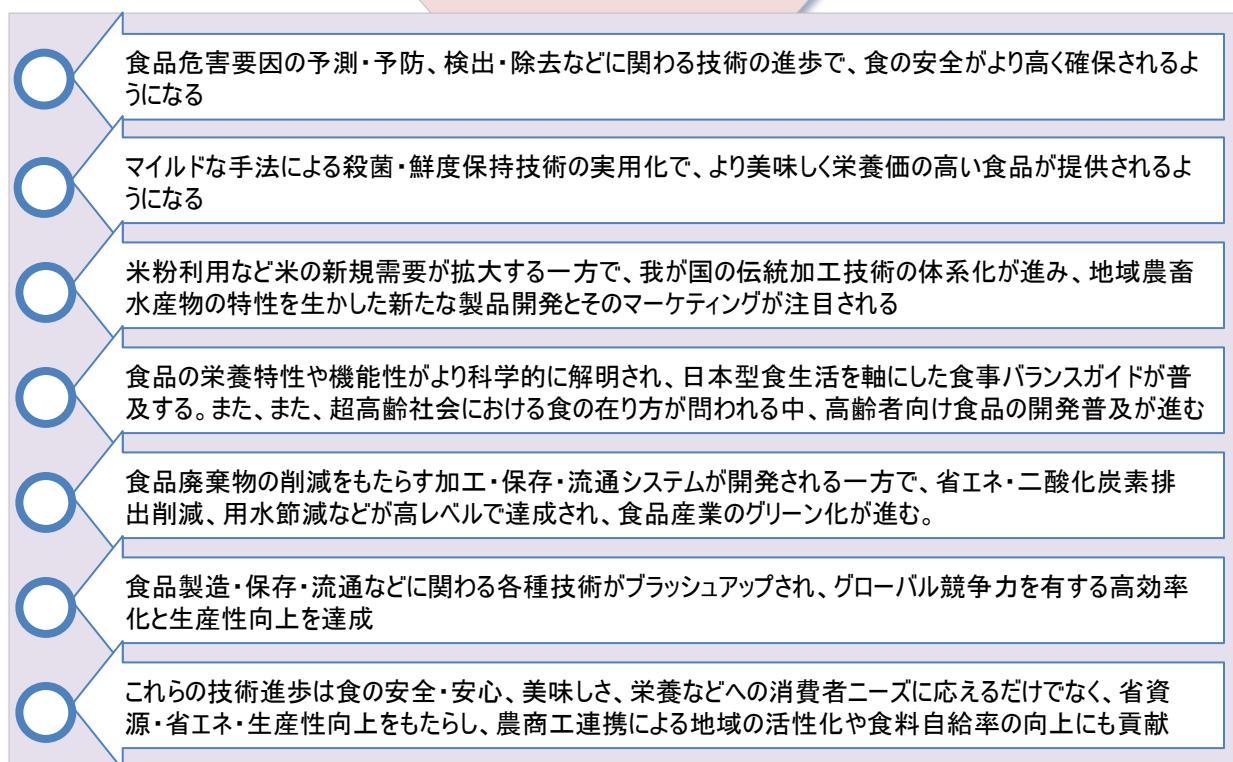
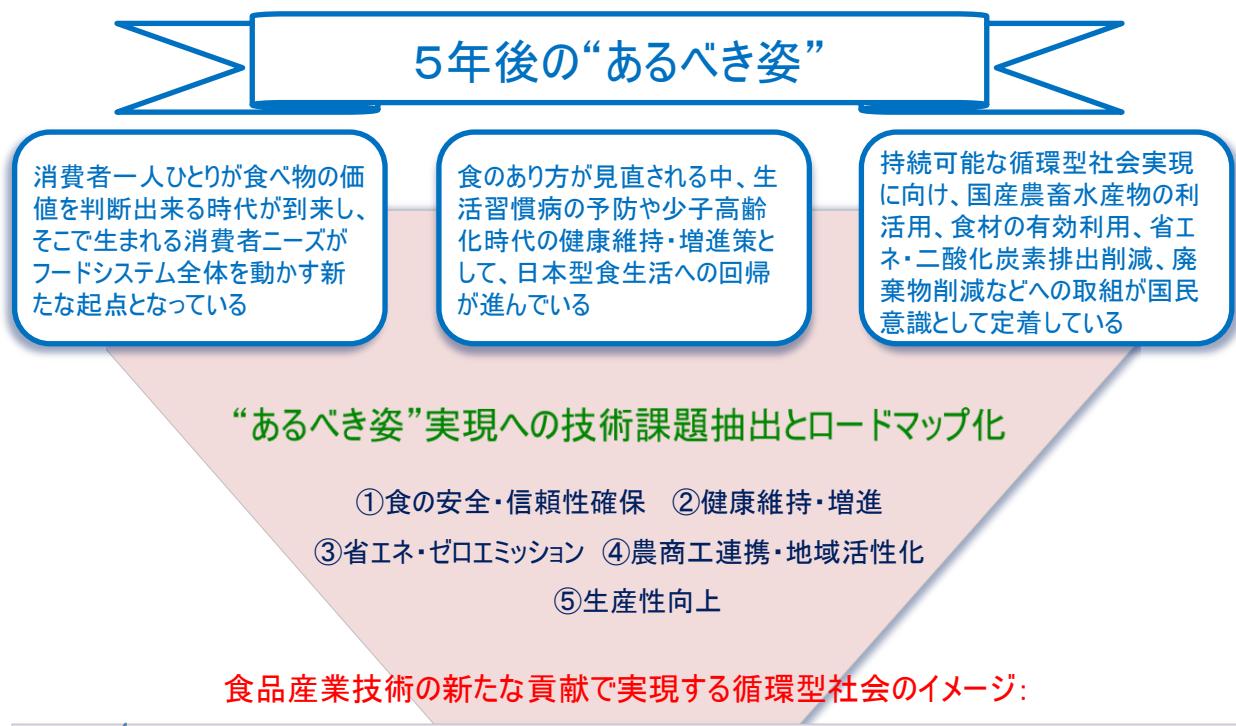
2. 食品産業技術ロードマップの策定プロセスとスケジュール

ロードマップ策定委員会において、食に関わる消費者ニーズと社会背景課題を俯瞰しながら、5年後の食の“あるべき姿”を描き出し、食品産業技術の貢献で実現する「より活力あるフードシステムの構築と持続可能な循環型社会」をイメージした(p.3)。そして、その“あるべき姿”実現に向けて抽出される技術課題をロジックツリーモデル((p.5-10)を用いて優先順位付けした。実際のロードマップ策定にあたっては、検討する5領域について個別に専門部会を組織し、重要課題について技術的な議論を重ねながら、その解決策を5年間の時間軸上で行程表化した。また、この作業にはいくつかの前提を設けることとし、ロードマップの活用に当たって、誤解が生じないよう配慮した(12頁)：



3. 5年後の食の“るべき姿”と、実現する循環型社会のイメージ

ロードマップ策定委員会で議論され、確認された5年後の食の“るべき姿”と、食品産業技術の貢献で実現する循環型社会のイメージは以下のとおりである。抽象的に過ぎるとの指摘はあろうが、そこへの到達には多くの克服すべき社会的、技術的課題があげられ、技術的解決にプラスして、消費者の理解とバックアップをベースにした新たな社会的コンセンサス作りも強く求められよう。超高齢社会における新たなニーズに対応しながらフードシステム全体を活性化し、持続可能な循環型社会の実現をはかっていくことは、これからの産業的成長への喫緊課題である。ここでは、この“るべき姿”と真摯に向かい合い、そこを起点に現状をバックキャストしながら、実現へのアプローチを議論した：



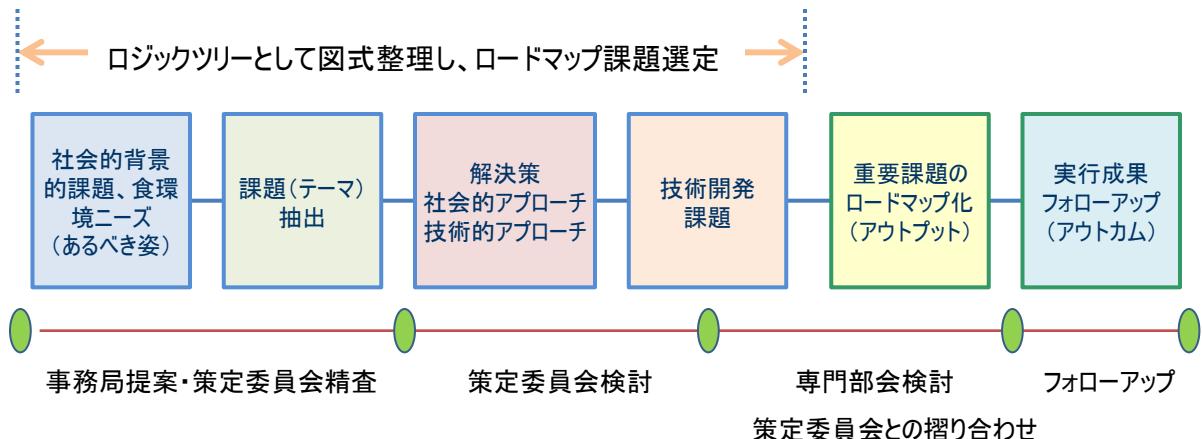
4. ロードマップ策定に向けた分野別の環境分析、課題抽出

～ロジックツリーによるコンセンサス構築とロードマップ課題の選定～

食品産業技術ロードマップが実現を目指す5年後の“あるべき姿”とは、この間に食品産業に課せられた社会的、技術的課題が解決され、消費者ニーズが満たされた状況を指す。これは我が国の食品産業への「期待像」として捉えられるものもあるが、これに関わる思考プロセスの中で、実際には社会的に大きな課題と個々の技術要素を直接つなぐことには困難を伴う場合が多く、一方、解決策を導く議論はともすれば抽象的な内容に陥る懸念がある。この問題を克服していくために、本ロードマップ策定委員会においては、社会的要請領域毎に組み立てるロジックツリーに基づいて、社会科学的な要素設定から具体的な技術開発課題を導き出し、ロードマップ策定に向けたコンセンサス構築をはかることとした。実際には以下の手順を踏んだ：

- ① 食の“あるべき姿”実現に向かって「食品産業への期待像」をイメージし、
- ② 「期待像」と現状とのギャップを埋めていくための課題（テーマ）を確認した上で、
- ③ その解決策（社会的アプローチ、技術的アプローチ）を抽出する。
- ④ そして、それぞれのアプローチに対応する技術開発課題を精査し、重要課題についてロードマップ化する。
- ⑤ その際、いくつかの前提を設けることとし、ロードマップの活用に当たって、その内容に誤解が生じないよう努める。

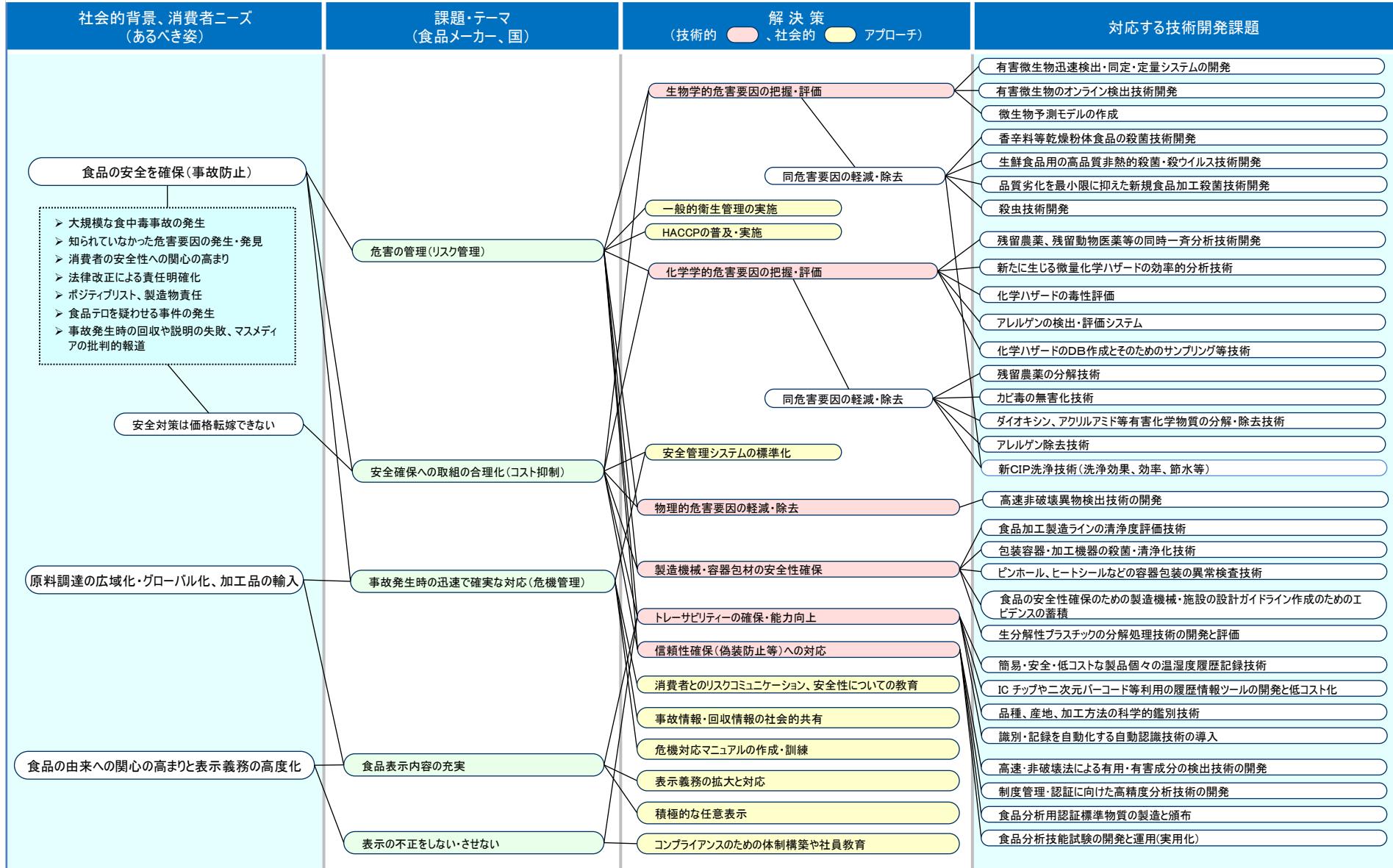
尚、ロジックツリーモデルによるコンセンサス構築プロセスの中で必要となる社会的背景・消費者ニーズに関連する統計資料、調査資料等の収集及び収集された情報の二次分析、それらの社会科学の視点から背景要因の整理等については（社）食品需給研究センターへ業務を委託した。



以下の3頁にわたって、社会的要請領域毎に作成したロジックツリーを示す。最右辺に挙げた技術開発課題の一部は上述の「食品産業技術検討委員会（座長：東京大学大学院農学生命科学研究科相良泰行教授（当時）http://www.maff.go.jp/j/soushoku/sanki/food_tech/f_sien/pdf/matome.pdf 参照）」において取り上げられたものであり、これにその後の情勢を踏まえて追加記入したものである。そして、ロードマップ策定委員会での議論を経て、ロードマップ化すべき重要技術課題が選定され（p.10：ロードマップ課題の俯瞰スキーム）、専門部会へ付託された。

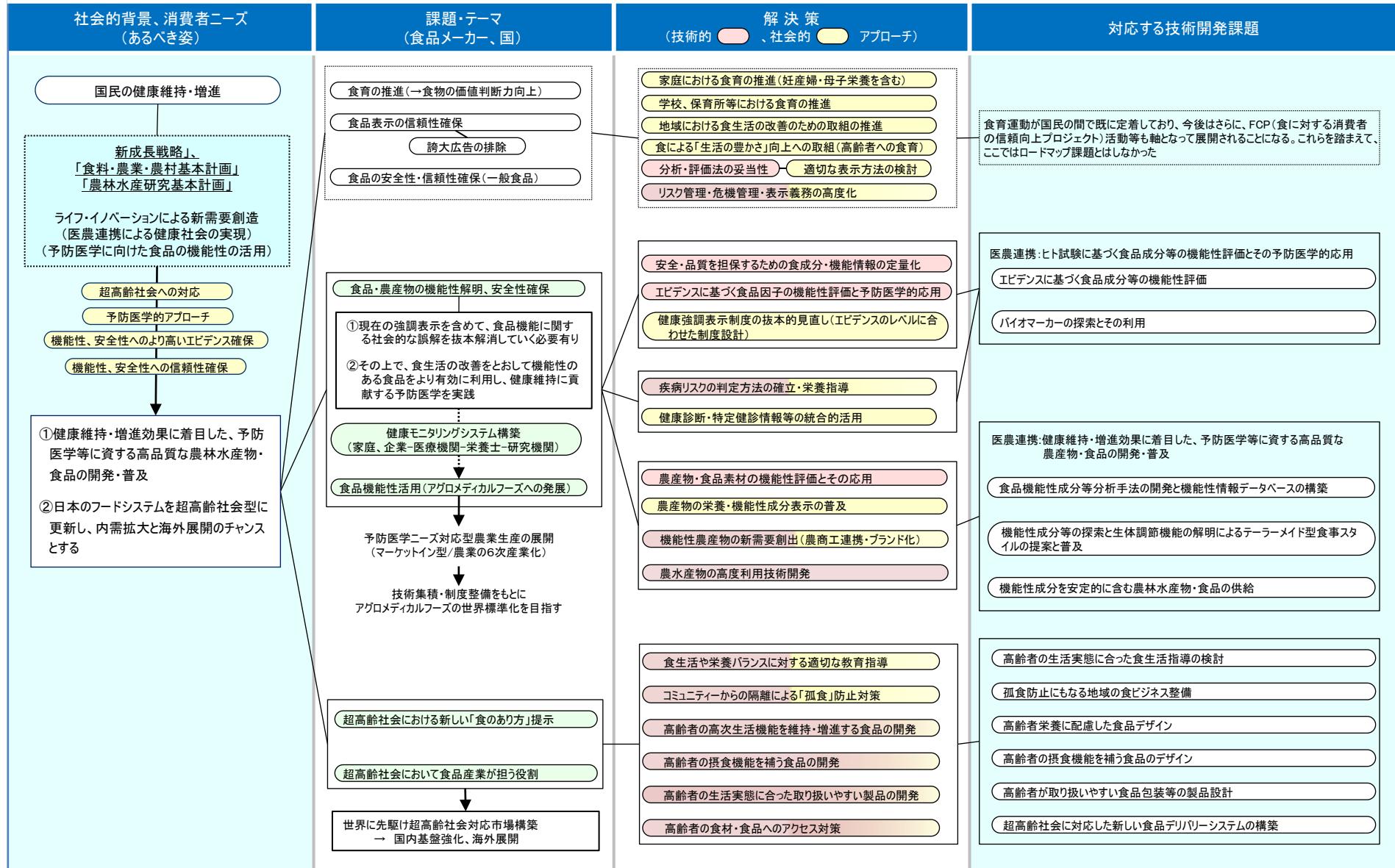
5. ロジックツリー

1) 社会的要請領域①: 食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保



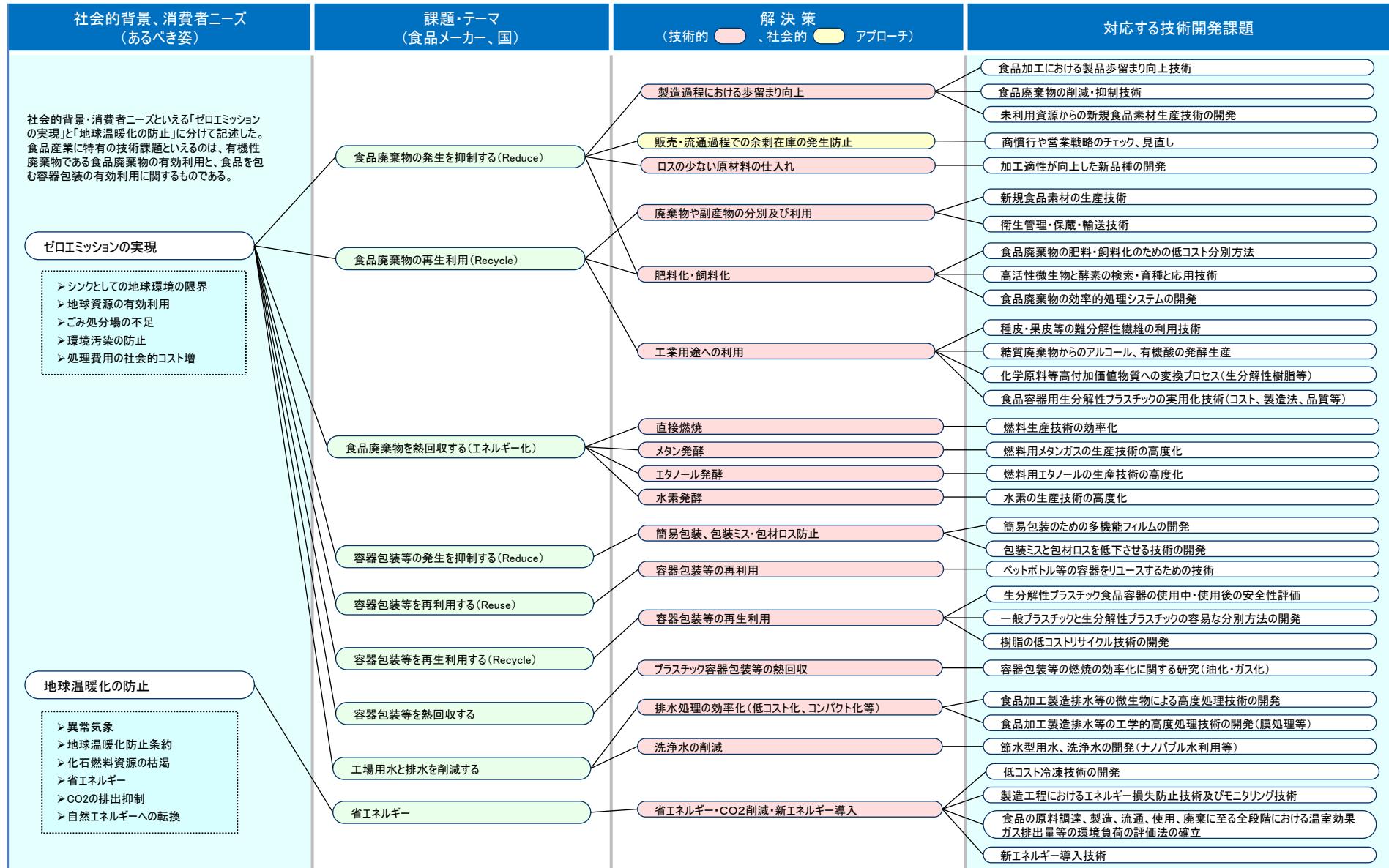
5. ロジックツリー

2) 社会的要請領域②: 健康の維持・増進

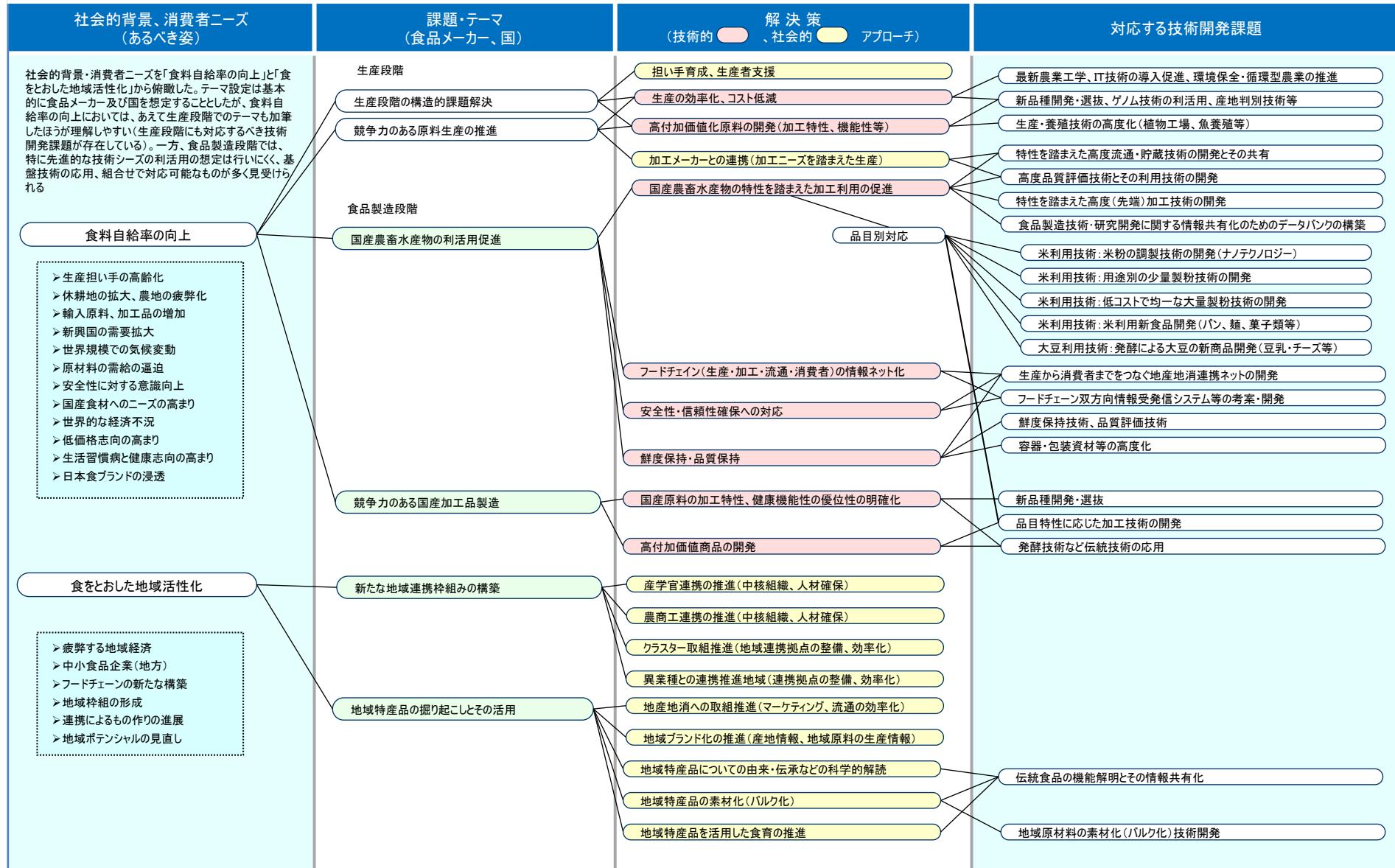


5. ロジックツリー

3) 社会的要請領域③: 資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減

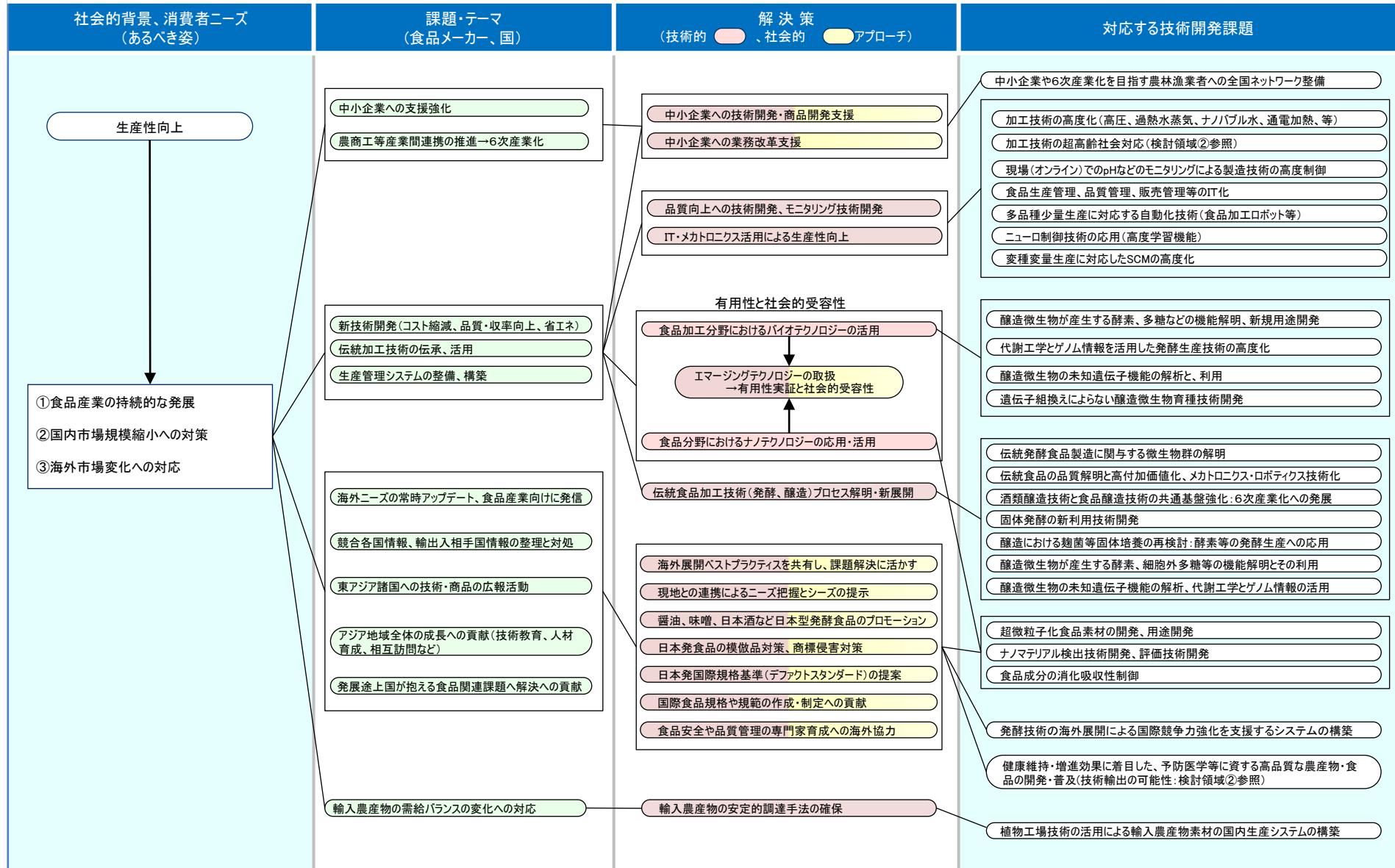


5. ロジックツリー 4)社会的要請領域④: 国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、食品産業と国内農業との連携の対応

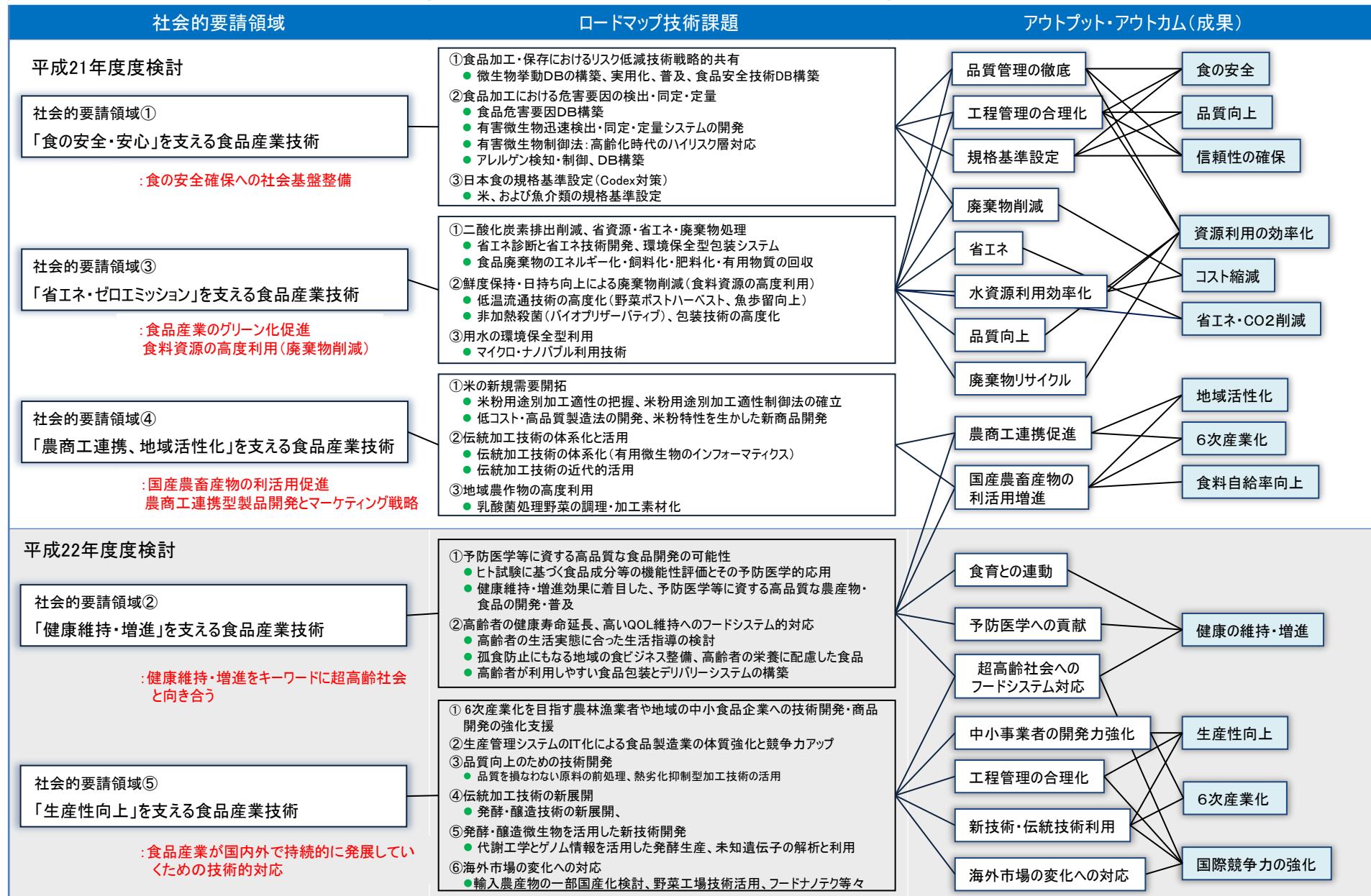


5. ロジックツリー

5) 社会的要請領域⑤: 生産性向上



6. ロードマップ課題の俯瞰スキーム



7. 専門部会におけるロードマップ策定

1) 基本方針の確認と技術マップ作成

専門部会におけるロードマップ策定においては、策定委員会より付託されたロードマップ課題(p.10)をさらに精査した上で、“あるべき姿”実現への取組をより専門的な立場から検討した。そして、ロードマップ策定への基本方針を確認する一方で、ロードマップの活用に当たって、その内容に誤解が生じないように予めいくつかの前提条件を定めることとした(p.12)。また、各ロードマップ課題の全体的な位置付けを明確にするため、下に示したフォーマットをもとに各検討領域毎の技術マップを作成し、テーマの大凡の内容を示しながら、“あるべき姿”との関連性、それに定性的ではあるが、産業競争力や新産業創生力についても常に視野に入れながらロードマップ策定を進めるよう留意した。

＜技術マップのフォーマット＞

テーマ名	テーマの内容	効果・市場へのインパクト	あるべき姿との関連性			産業競争力・新産業創生力			
			食品価値判断力向上	日本型食生活へ回帰	省エネ・省資源・持続性	市場規模	付加価値	波及効果	知的財産
			○	○	○				
						◎	◎	△	

2) ロードマップ案策定

実際のロードマップは共通フォーマットに従い、領域毎に定めた課題枠の中に各論的なテーマを落とし込むこととした。また、各ロードマップテーブルの下段には外枠を設け、課題抽出の理由、背景説明、波及効果などを書き加えた。各課題のロードマップ化に際しては、①提案する情報技術に先進性があること、②モデルとなり得るような先導的な提案内容であること、③取り上げたテーマから創出される事業が、将来的に大きく発展・成長し、継続的に幅広く活用されていく可能性があること、さらには、④開発されるシステムに公共性があり、地域の多様な活動主体にとって有益なものであること、等々を心掛けた。

平成21年度に策定したロードマップの時間軸は、2010年4月を起点に、2014年度末の目標達成に至る5年間とし、一方、平成22年度策定分では2011年4月からの5年間としたが、これはあくまでも目安であり、状況の変化や推移を見ながら絶えず見直し、その分、開始時期を移動するなどして柔軟に対応していくことが前提である

＜ロードマップのフォーマット：平成22年度策定用＞

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

8. ロードマップ策定に当たっての前提事項

実際のロードマップ策定に当たっては、大略、以下の前提を設けることとし、ロードマップの活用に当たって、その内容に誤解が生じないよう努めた：

ロードマップ策定意義のとらえ方

本ロードマップは、食品関係企業や地域の食品産業関係組織等が、今後、企業内又は地域の技術ロードマップを作成する際の有益な参考情報源となる一方で、これが行政施策に反映され、実現化への取組として広く実行されなければ、その策定意義は限られたものとなる。今後、ロードマップ課題をより具体的な試験研究テーマとして、予算が伴う形の実行計画化していくことが急務である。

ロードマップ課題の選択基準

5年後の“あるべき姿”的実現に向けた技術ロードマップであり、その先の長期的な課題に対する議論の多くは割愛した。ここでは循環型社会実現に向けた食品産業技術の貢献(食の安全・安心とともに、食品産業のグリーン化)を強く意識しながら、5年間という時間軸に乗る重点課題を優先し、実用化テーマ抽出に的を絞った。その中には既存技術の見直しや新活用が多く含まれ、バックキャストを原則としたが、必ずしも徹底された訳ではない。

ロードマップの時間軸

今回策定したロードマップでは2010年、もしくは2011年4月を起点に、5年間を想定したが、これはあくまでも目安であり、状況の推移や変化を見極めながら絶えず見直し、その分、開始時期をずらすなどして柔軟に対応していくことが前提である。

ロードマップフローの表記について

“あるべき姿”からバックキャストする際、るべき手段を各論的に明確化出来るケースもあれば、その具体化のための方向を総論的にしか示し得ない場合がある。その結果として、ロードマップフローの表記には統一性を持たせていない。

食品産業の特質・消費者との関わり

食品産業の動向は消費者の主導によるところが大きく、“あるべき姿”的実現には、消費者の理解とバックアップをベースにした社会的コンセンサス作りが強く求められる。また、食品産業は裾野が広く、一部の大手企業だけで、業界全体を牽引出来ない。フードチェーンを構成する全てのステークホルダーの連携をもとにした全体的の取組の必要性を強く意識した。

オープンイノベーション

技術課題の解決に向かっては従来のイノベーションサイクルを自己完結型から外部に向けて開放した、いわゆる、「オープン・イノベーション」思考を積極的に取り入れ、業際・学際連携、産学官連携などをもとにしたコンソーシアム形成による取組を随所に掲げることとした。

技術の枠外にある課題の取り扱い

例えば、CODEXやISOなど、国際規格・基準を策定する活動強化に、国として今後、どのように関わっていくかが問われている。これは今後の食品産業の内外活動に少なからざる影響を及ぼすものであり、ここでは、我が国全体の取組として提言していくこととした。また、食の安全を確保していくための技術的対応の中には行政対応から来る二重構造がみられ、検査の迅速化とコスト削減のためにもその一本化への要請は強い。府省庁間の横断的な連携と調整を強く求める立場をとった。

ロードマップ到達目標の数値化

二酸化炭素排出量削減について、国レベルの行程表の提示が待たれ、農水省も食品産業に対しては業界の自主行動計画に依っている実態をみると、本ロードマップ議論においても、これを数値化することは容易でなく、LCAを基本に見据えつつも、定性的な改良・改善目標に留まつた。この他、食の安全や品質管理の徹底に関わる課題についても、到達目標の数値化は困難であった。

課題解決が経済に及ぼす影響

ロードマップ課題の解決が現状の経済活動に対してプラスにのみ作用するとは限らない。例えば、食品廃棄抑制への取組が奏功すると食品ロスは軽減され、フードシステムの規模縮小をもたらす懸念が出てこよう。しかし、ここでは、これを食品産業全体のグリーン化推進による大きなパラダイムシフトと捉え、ポスト飽食時代に対応した新しい経済的仕組み作りが先決との立場をとった。

知的財産の取り扱い

本ロードマップ策定においては、今後の技術展開の方向性を示すことに注力し、知的財産の取り扱いについては考慮していない。ロードマップを実際の研究開発計画に落とし込む際の重要な検討事項の一つである。

9. 食品産業技術ロードマップ各論: 社会的要請領域 ①

— 食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保 —

専門部会委員 (五十音順、敬称略 * まとめ役)

川本 伸一*	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 食品安全研究領域長
小関 成樹	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 主任研究員
駒木 勝	(社)日本缶詰協会研究所 所長
永田 忠博	聖徳大学人文学部人間栄養学科 教授
日佐 和夫	東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科食品流通安全管理専攻 教授

<基本方針>

我が国は超高齢社会に突入し、高齢者に加え、生活習慣病罹患者等への危害要因のうちでも特に病原微生物に対する高リスク集団の人口割合が急増している。また、最近では小児アレルギー疾患が増加傾向にあるなど、フードチェーン全体を通じて食の安全性の見直しとその確保が重要課題となってきた。我が国の食品産業の大半は中小企業であり、食品の安全確保への技術水準の全体的向上には、業界一丸となった対応が求められている。

食品分野では経済性を重視した効率化により、フードチェーンの生産、流通、加工、販売の各段階で分業化が進んでいる。さらに、食品の使用原料・生産地・流通経路などの複雑化は、消費者をも含めたフードチェーン各段階のステークホルダーが自ら取り扱う物品に関する安全・信頼性情報の収集・解釈を困難にしており、その結果、ステークホルダー間の相互不信に基いて発生する食品廃棄等、種々の社会的損失が発生している。フードチェーンが一体的に取組むべき課題として、微生物挙動データベース(DB)、食品危害要因DB、食品アレルギーDBなどの構築・共有とその普及が急がれる。

また、食の安全を確保していくための技術的対応として、食品企業の衛生管理には、現状、迅速検査法と公定法を用いる二重構造があり、検査の迅速化とコスト削減のためにもその一本化への要請は強い。また、高リスク集団の急増に対応した有害微生物制御技術の開発、特に損傷菌対策は喫緊の課題であり、食物アレルゲンの検知・制御技術の開発についても大きな社会的要請がある。

さらに食のグローバル化を考慮するとき、円滑かつ公正な国際貿易をもとに、食品の安全性および信頼性を確保していくためには、世界的に通用する分析法や分析体制を整備していく必要がある。CODEXやISOなど、国際規格・基準を策定する活動強化に、国として今後、どのように取組んでいくのかが問われ、これは今後の食品産業の内外活動に少なからず影響を及ぼすことになる。国際的な動きは極めて速く、Proficiency Testing(技能試験)の普及やReference(標準)関連の整備、各種の危害要因対策としてのCode of Practice(行動規範)の策定が、今後数年で進められることは確実であろう。食品産業における技術課題としては異論として取り扱われかねないが、国を挙げての取組として、日本発の国際規格基準設定への期待は大きいものと判断される。

このような社会的背景を咀嚼しつつ、本検討領域における技術ロードマップ策定においては下記の課題を取り上げ、その技術的な実現プロセスについて議論した。また、食の安全性と信頼性の確保は産学官全体で取組むべき課題であり、広範な連携(オープンイノベーション)による課題解決を想定した:

- 1) 関係省庁、業界、経営者団体、有識者等からなる、従来にないコンソーシアムを立ち上げ、これを母体として幾つかのDBを構築し、リスク低減技術に関する情報の戦略的共有を強化する取組
- 2) 食品安全確保への技術開発に関して、危害要因を、優先度の高い有害微生物とアレルゲンに集中して推進する取組
- 3) グローバルな食品の安全性および信頼性に係わる日本発の国際規格基準の設定に向けた取組

尚、食の安全性と信頼性が高いレベルで確保された社会実現のためには、これらの諸課題を技術的に解決するだけでは不十分であり、コンプライアンスに加えて、フードチェーン各段階のステークホルダー間、特に、消費者との間のリスクコミュニケーションを強化し、新たな社会的合意形成に向けた取組が求められる。今回のロードマップ策定に当たっては、この点についても議論した。

社会的要請領域①における技術マップ

－食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保－

テーマ名	テーマの内容	効果・市場へのインパクト	るべき姿との関連性			産業競争力・新産業創生力				
			食品価値判断力向上	日本型食生活へ回帰	省エネ・省資源・持続性	市場規模	付加価値	機能向上	波及効果	知的財産
食品加工・流通・保存におけるリスク低減技術情報の戦略的共有	微生物挙動DBの構築、実用化、普及	食の安全性確保への社会基盤整備と業界・学際的協調	◎		○	○			◎	
	食品安全技術DBの構築	食の安全性確保への社会基盤整備と業界・学際的協調	◎		○	◎			◎	
	食品危害要因DBの構築	食の安全性確保への社会基盤整備と業界・学際的協調	◎		○	◎			◎	
食品加工における危害要因の検出・同定・定量	有害微生物迅速検出・同定・定量システムの開発	食品企業における自主衛生管理システムの充実	◎		○	◎	○		○	○
	高齢化社会に対応した有害微生物制御技術の開発	高齢者・生活習慣病罹患者等のハイリスク集団の食の安全確保	◎		○	◎	○		○	○
	食物アレルゲンの検知・制御技術の開発、食品アレルギーDB構築	小児アレルギーに対する食の安全性確保	◎			◎	◎		○	○
日本発国際規格基準設定	米の標準物質を作成 米の官能評価項目の標準化 米の官能評価のプロフィシエンシーテスティング	国際標準化への努力をとおしてコーデックスへの影響力発揮。東アジア共同体構想への貢献	○	○					◎	
	魚肉鮮度指標のリファレンスマソッドの開発 腐敗細菌用プロフィシエンシーテスティング	国際標準化への努力をとおしてコーデックスへの影響力発揮。東アジア共同体構想への貢献	○	○					◎	

社会的要請領域①=食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保 その1

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
食品加工・流通・保存におけるリスク低減技術情報の戦略的共有		<p>食品企業、流通企業、経営者団体、農林水産省、経済産業省、大学等の有識者から構成されるコンソーシアムを母体として、食品における微生物学的リスク低減のための情報共有体制強化を推進</p> <pre> graph LR subgraph Track1 [①微生物挙動データベース(DB)の開発] A1[基本構成の確立] --> A2[データの受入・公開方法の検討] A2 --> A3[データ授受・公開システム開発] A3 --> A4[システムの試験運用開始] A4 --> A5[運用上の問題点の抽出と応] A5 --> B1[関係団体へのデータ提供の要請] end subgraph Track2 [②微生物挙動解析ツールの開発] B1 B2[基本的解析ツールセットの開発] --> B3[Web上での公開・配布] B3 --> B4[解析ツールへの要望意見聴取] B4 --> B5[解析ツールの改良] B5 --> B6[Web上での公開・配布] end subgraph Track3 [③食品安全技術DB構築(現場で使える技術情報の提供)] C1[国内技術(殺菌・衛生管理等)の現状調査と問題点把握] --> C2[国内技術情報収集とDBの基本設計] C2 --> C3[DBの簡易検索システムツール開発] C3 --> C4[開発システムツールの試験運用と改良] C4 --> C5[食品安全技術DBの本格運用] C5 --> D1[国と地方研究機関・大学・業界団体との連携体制構築] D1 --> D2[海外技術の調査・情報収集(文献等)] end E1[国内関連DBの調査・課題抽出] --> E2[海外(国際機関・政府・大学)関連DBの調査(情報量・運用システム等)] E2 --> F1[国内DBの連携・統合・簡易検索システムツール開発] F1 --> F2[開発システムツールの試験運用と改良] F2 --> F3[海外DBとのリンクと本格運用] </pre>	<p>「食品業界全体」で、微生物挙動情報を共有するための協調体制の確立し、フードチェーンに関わる全ての機関が自由にアクセスし、データ活用するとともに、その補充・更新に協力する。</p> <p>微生物挙動データを定量的に解析することが共通認識化し、リスクベースでの安全性確保が達成される。</p> <p>地方公共団体主導や民間業界団体の主導で策定されている自主衛生管理規範や品質管理マニュアルの策定において、実践的かつ科学的な知見を提供することが可能となる。</p>			
					<p>食品危害要因DB構築(府省庁横断的な連携による一元的・効果的な食品安全情報の提供)</p> <pre> graph LR A1[国内関連DBの調査・課題抽出] --> A2[海外(国際機関・政府・大学)関連DBの調査(情報量・運用システム等)] A2 --> B1[国内DBの連携・統合・簡易検索システムツール開発] B1 --> B2[開発システムツールの試験運用と改良] B2 --> B3[海外DBとのリンクと本格運用] </pre>	<p>府省庁間の横断的な連携で、食品安全情報が一元的に管理され、フードチェーンのすべてのステークホルダーが必要とする食品危害要因のリスクプロファイル(毒性・基準値等)が簡易迅速に検索可能となる。</p>

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

食品の微生物学的な安全性を確保していくことは食品企業にとって、最重要課題の一つである。特に微生物制御のための検査には、多大なる労力と時間が注入されているにも関わらず、商品価値の向上に直結しない。将来にわたり食品産業が持続的に成長を続けていくためには、従来型の自社内完結型の研究開発を脱して、業界全体で戦略的な協調体制へとシフトしていく必要がある。今回、その第一歩として、食品における微生物挙動情報と食品安全に関する技術情報を共有する戦略を提案する。

食品における微生物挙動を定量的に、数理モデル等を活用して予測、評価、制御する方向性は世界的な潮流となってきている。微生物挙動を的確に予測できれば、新製品開発時の保存試験負担の軽減、品質面とのバランスを考慮した製造工程条件の最適化、さらには消費／賞味期限の適切な設定によって食品ロスの低減も期待できる。しかしながらグローバルに見ても、食品業界全体で情報共有する試みはなされておらず、世界に先駆けて業界共有基盤を構築することで国内活用のみならず、国際的な信頼性の向上、さらには国際協調基盤への発展も期待できる。また、食品安全技術に関するDBの構築は、我が国の食品産業構造の大半を占める中小企業の食品安全に対する技術向上に貢献し、産業全体の安全技術水準の底上げを図ることができる。さらに、行政の横断的な連携で食品の安全に関する情報が一元的・効果的に提供・共有されるなら、フードチェーンのすべてのステークホルダーに、科学的根拠に基づいた食の信頼性が高まり、相互不信に基づく種々の社会的な損失の発生を抑えることも可能となろう。

社会的要請領域①＝食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保 その2

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
	有害微生物迅速検出・同定・定量システムの開発	多検体同時処理システムの基本技術開発 試作システムキットの食品マトリックスでの性能評価と改良(公定法との検出感度比較・適用範囲等)	装置の高感度化・低コスト化と操作性向上	実証試験による妥当性確認	自主衛生管理手法としての普及と公定法化への取組	食品安全に係わる新開発システムの公定法化が進む。現状の迅速検査法と公定法を用いた食品企業の衛生管理の二重構造を解消して、検査の簡易化と低コスト化を図られる。
食品安全 :食中毒菌対応						
品質管理 :腐敗菌・変敗菌対応	一般生菌数の非破壊迅速(オンライン)定量システムの基本技術開発(分光イメージング・コンパクトMRI技術等) ①食品企業データの収集と食品安全技術DB登録 ②主要腐敗菌・変敗菌の絞り込み	①試作システムの食品マトリックスでの性能評価と改良 ②実証試験による妥当性確認 DNAマイクロアレイ等による迅速一斉検出同定システム開発		実証試験による妥当性確認	自主衛生管理手法としての普及	また、品質管理に係わる新開発システムにより、品質保持期間の延長・食品クレームに対する迅速対応が図られる。
食品加工における危害要因の検出・同定・定量	超高齢社会に対応した有害微生物制御技術の開発 (食品安全・品質管理の両面から)	食品中の損傷菌の挙動・特性の把握と基礎解析 国内外の高リスク集団リスク評価の情報収集と制御目標設定	損傷菌の迅速検出・定量システムの開発と感度検証 既存制御技術の再評価	損傷菌リスク低減技術開発 制御技術開発(ハードルテクノロジー)	技術の効果検証と改良(パイロットスケール) 現場試験で効果検証、技術改良 実用化(装置開発等)と普及	我が国の超高齢社会における高齢者や生活習慣病罹患者等のハイリスク集団の急増に対応した食の安全確保に貢献。(社会的要請領域③ロードマップ参照)。
	食物アレルゲンの検知・制御技術の開発、食品アレルギーデータベースの構築	食品アレルギー表示義務7および推奨18の計25品目に対応するアレルゲンの低コストで簡便・迅速な検出技術の開発 (特異抗体アレイチップによる一斉検出手法など)	加工製造ラインの残留アレルゲンの高感度検出およびモニタリング技術の開発(蛍光マトリックスイメージング・システム工学技術などの導入)	国別規制品目、国別表示義務精度、食品別アレルゲン含量および個別アレルゲン特性などの情報を統合した簡便検索できるDBの構築と公開		増加傾向にある各種の食物アレルギー保有者に対して、確実に安全な食品を提供する。
	＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞					
	我が国は超高齢社会に突入し、老齢者に加え、生活習慣病罹患者等の高リスク集団の人口割合が急増しており、フードチェーン全体を通じての食の安全確保が益々重要になってきている。また最近では小児の食品アレルギー疾患の増加が深刻化している。このような社会背景から、高リスク集団に関しては、特に問題となる有害微生物の迅速検出・同定・定量システムおよび既存技術の再評価を伴った効果的リスク低減技術の開発が必要である。小児食品アレルギーに関しては、正確な情報の提供と重要なアレルゲンの簡易迅速検出技術や加工製造過程でのリスク低減技術の開発が必要となる。ここでは、地方公共団体が実施する現場指導や業界団体と連携することで、実用性の高い技術の導入に資することを目指す。またその結果、現状で特に支援が必要とされている地方の中小食品生産加工業者の製品に対する安全性と品質の向上が期待でき、将来的にはオールジャパン体制での自主衛生管理対策に取り組むための布石となる。尚、本検討領域における技術課題とはしていないが、低アレルゲン農畜水産物の育種や代替加工原料選抜などを介したアレルギー対応代用食品の開発は重要であり、これらは次年度の検討テーマとして、引き継ぎたい。					

社会的要請領域①=食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保 その3

技術課題	2010 2011 2012 2013 2014年	2015年の到達目標
日本発の国際規格基準設定	<p>米関連の国際コンソーシアムのオーガナイズ、運営、成果の結論付け</p> <p>①米の標準物質を作成</p> <p>②米の官能評価項目の標準化</p> <p>③米の官能評価のProficiency testing(技能試験)</p>	<p>東アジア地域の分析の質保証に活用。</p> <p>ジャポニカ炊飯米の官能評価の国際基準を策定。</p> <p>米の官能評価のProficiency testing(技能試験)の立ち上げ。</p>
	<p>魚介類品質指標のReference method(標準分析法)の開発</p>	<p>国際的な試験室間共同試験による妥当性確認。</p> <p>IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry</p>
	<p>腐敗細菌用 Proficiency testing(技能試験)</p> <p>事故事例の文献調査</p>	<p>事故事例や近隣諸国の行政対応を調査した上で、均質試料の調製および安定した輸送貯蔵法が確立し、均質試料による試行が始まる。</p>

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

食のグローバル化を考慮するとき、円滑かつ公正な国際貿易をもとに食品の安全性および信頼性確保していくためには、世界的に通用する分析法や分析体制を整備していく必要がある。CodexやISOなど、国際規格・基準を策定する活動に、国として今後、どのように関わっていくかが問われ、これは今後の食品産業の内外活動に少なからざる影響を及ぼすことになる。国際標準化への我が国の対応の遅れが指摘される中、諸外国の動きは極めて速く、例えば、2009年9月のIDF(国際酪農連盟)ワールドデイリーサミットでは、Reference material(標準物質)を中心とした分析体制であるReference Systemが議論された。またProficiency testing(技能試験)について、英国The Food and Environment Research Agency (Fera)の提供するFAPAS等が世界的に普及している状況下、2007年にドイツのMUVA Kemptenが官能評価も包含するProficiency testingを開始した。Proficiency testingの普及やReference(標準)関連の整備、各種の危害要因対策としてのCode of Practice(行動規範)の策定が、今後の数年で進められることは確実であろう。食品産業技術課題としては異論が出るかも知れないが、むしろ我が国全体の取組として、日本発の国際規格基準設定への期待は大きい。

米などの東アジアの食材については、日本が中心となって分析の質保証に取組み、官能評価の分野でも周辺諸国と整合を図り、信頼性の確保された貿易・取引の拡大が望ましい。これにより付加価値の高い日本の食材の海外への普及、食文化を通じた相互理解が深まりが期待される。そして、このような考え方は、「東アジア共同体構想」の基盤の一つを形成していくことになる。

10. 食品産業技術ロードマップ各論: 社会的要請領域 ②

－健康の維持・増進－

専門部会委員 (五十音順、敬称略 *まとめ役)

石見 佳子 (独) 国立健康・栄養研究所 食品保健機能プログラム プログラムリーダー

久能 昌朗 キューピー株式会社 研究所 健康機能R&Dセンター センター長

神山かおる (独) 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 食品機能研究領域食品物性
ユニット長

日野 明寛* (独) 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 食品機能研究領域長

三坂 巧 東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻生物機能開発化学研究室准教授

＜基本方針＞

日本の高齢者人口は2900万人(総人口の22.7%、2009年推計)に達し、超高齢社会に突入している。また、自立して生活できる寿命を示す健康寿命と平均寿命との差は男性で約8歳、女性で6歳(2005年)である。また、我が国の産業を支える生産年齢人口は、現在の8100万人から4900万人にまで減少すると推計されている(社会保障・人口問題研究所2006; <注1>)。本検討領域「国民の健康維持・増進」におけるロードマップにおいては、幅広い層から形成される消費者の一人ひとりが、健康維持・増進の観点から適切な「食」の在り方を身につけられる時代となるよう、ここでは以下の3点から検討を開始したが食育については既に国民的運動として定着している現状を踏まえ、主として、2)と3)について議論することとした:

- 1) 超高齢社会における食育課題の展開
- 2) 健康維持・増進効果に着目した、予防医学等に資する高品質な食品開発の可能性
- 3) 高齢者の健康寿命を可及的に延長し、高いQOLを維持していくためのフードシステム的対応

高齢化率が高く、生産年齢人口が減少した社会においては、生活習慣病、免疫失調等に伴う疾病の増加を食い止め、高齢自立生活者の支援等も含めたアンチエイジングの対策を講じることが、医療費・介護費の抑制のみならず、産業や経済の活力維持にとっても重要と考えられており、「食」が担う役割は極めて大きい。

このような観点から、我が国では食育が展開される一方で、機能性研究の進展は特定保健用食品やサプリメント等の開発を促し、産業規模において大きな存在となっている。一方、目を外に向けると、EUでは科学的な実証をベースとした表示(ヘルスクレーム)の法体系整備が進められている。これらをも踏まえて、ここでは機能性研究のエビデンスレベルを高めていくことと、エビデンスが裏付けられた高品質な農産物・食品の最大活用をはかる技術的アプローチを軸に研究開発を進めることが重要であると考えられた。さらに、個人の健康状態(栄養状態、生活習慣病等の疾患リスク、摂食機能等)を日常生活の中で適確に把握できる測定技術の開発と利用システムの必要性についても検討を行った。従来からの機能性研究の発展には目覚ましいものがあるが、個々の食品についての科学的知見の蓄積はまだ十分とは言えない。食品由来の成分等の機能性評価の科学的根拠を高めるための技術とその応用について、特定の機能性成分等(ここでは、特定成分、ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity:抗酸化活性値)などの機能性の指標、食味・食感の改善因子等を指す)を含む高品質な農産物・食品の開発普及に必要な技術とシステム化についても検討を加えた。得られた研究成果をもとに実用化を進めるためには、利用システムにおいて食生活改善指導を行う医学・栄養学分野との連携を研究開発段階から展開することが重要であり、ここでは国策として行政支援を得た、いわゆる医農連携構造を想定した。

次に、2千万人以上と推計される高齢の自立生活者(<注2>)への食対応は食品産業の今後の成長を占う極めて重要な課題である。ここでは、高齢者層の圧倒的多数を占め、食への高い関心を示す自立生活者グループの多様なニーズを想定しながら、次の6個の課題を抽出し、これをもとにフードシステム全体を、高齢者の自立生活を支援するような形に改変していく行程をイメージした:

- ①食生活や栄養バランスに対する適切な指導
- ②コミュニティーや若い世代から離れた孤食への対策
- ③高齢者の高次生活機能を維持・増進する食品の開発

④高齢者の摂食機能を補う食品の開発

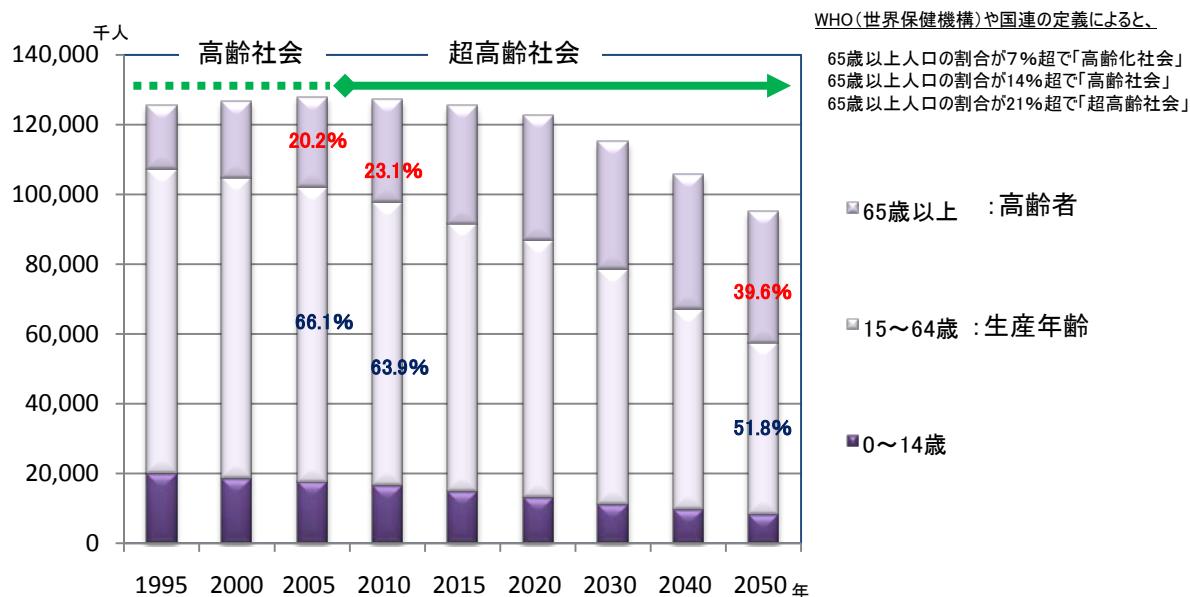
⑤高齢者の生活実態に合った取り扱いやすい製品の開発

⑥高齢者の食材・食品へのアクセス対策

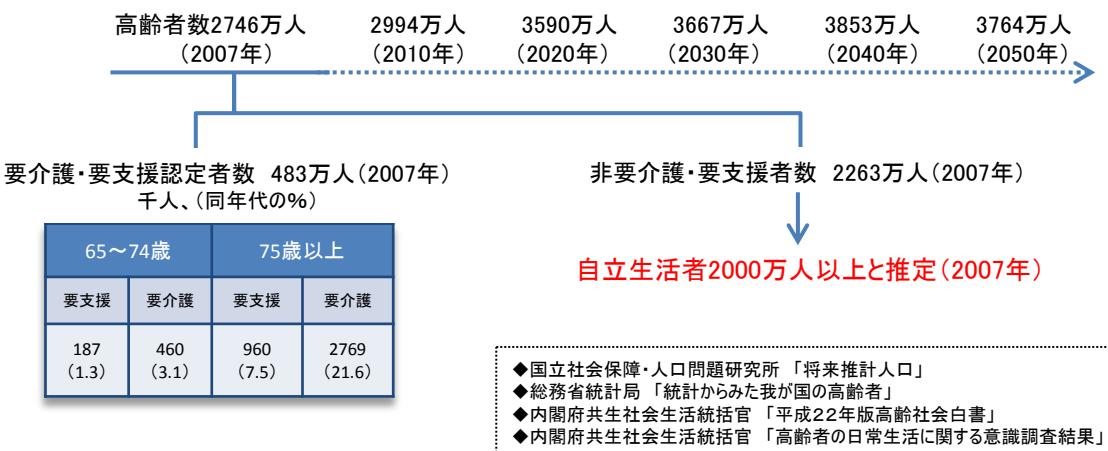
あげられた課題の解決策には技術的アプローチと社会的なシステム開発が連携すべきケースが多く、それらを踏まえながらロードマップ化を試みた結果、特に自立生活高齢者の正確なニーズ把握、栄養状態や食生活等の実態調査の必要性が指摘され、栄養改善に当たっては、高齢者自身が食生活の在り方を改善できるアプローチの存在を知ることが、実践に不可欠な「動機付け」になると認識された。

また、本ロードマップで示した課題を着実に解決していくためには、消費者を含めた各関係者の科学的根拠を適切に示したコミュニケーションが重要であり、我が国のフードシステムが超高齢社会に適合し整備していくことが、国内産業の成長のみならず、国際競争力を高めていく上でも必要であろう。

＜注1＞ ロードマップ策定の背景:超高齢社会における人口構成（国立社会保障・人口問題研究所による推計）



＜注2＞ 高齢者層のグルーピングと高齢自立生活者数の推定



社会的要請領域②における技術マップ 一健康の維持・増進一

テーマ名	テーマの内容	効果・市場へのインパクト	るべき姿との関連性			産業競争力・新産業創生力			
			食品価値判断力向上	日本型食生活へ回帰	省エネ・省資源・持続性	市場規模	付加価値	波及効果	知的財産
ヒト試験に基づく食品成分等の機能性評価とその予防医学的応用	エビデンスに基づく食品成分等の機能性評価	予防医学に対応した食品開発への提案、食品機能性評価法への貢献	◎	◎				◎	◎
	バイオマーカーの探索とその利用	国民の健康状態の把握、優れた食生活モデルの提示	○	◎				◎	◎
健康維持・増進効果に着目した、予防医学等に資する高品質な農産物・食品の開発・普及	食品機能性成分等分析手法の開発と機能性情報データベースの構築	機能性成分等の含有量表示への貢献、機能性成分の機能性の疫学的検証への貢献	○	○		◎	◎	○	○
	機能性成分等の探索と生体調節機能の解明によるテーラーメード型食事スタイルの提案と普及	高品質な機能性農産物、加工品の有効利用への貢献、健康産業のモデル化	○	◎		◎	◎	◎	◎
	機能性成分等を安定的に含む農産物・食品の供給	高品質な機能性農産物の普及システムの提供、地域農業・食品加工業の活性化	○	◎	○	◎	◎	◎	◎
高齢者向け食品の開発・普及	食生活改善を動機付ける高齢者のための新しい食事業の展開	高齢者の自発的な食生活改善、コミュニティーからの孤立回避を支援 6次産業化のモデル	◎	◎	○		○	○	
	高齢者の高次生活機能を維持・増進・補助するための食品開発	高齢者が安全に美味しく食べられる食品開発 健康維持に貢献	◎			◎	◎	○	○
	高齢者が利用しやすい食品包装とデリバリーシステムの設計	誰もが入手でき、使いやすい食品と流通システム 買い物弱者を支援	◎		○	◎	○	◎	○

社会的要請領域②=健康の維持・増進 その1

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
ヒト試験に基づく食品成分等の機能性評価とその予防医学的応用-1	<p>1. エビデンスに基づく食品成分等の機能性評価 <医農連携によるオープンイノベーション展開を想定></p> <p>①機能性発現メカニズムの多面的解析 食品中の機能性成分等の機能性発現メカニズムに関する複合的な検証(分子メカニズムの解明・適正摂取量の設定)</p> <p>②ライフステージに応じた機能性成分等の効果検証 乳幼児期における効果および妊娠中投与による胎児への影響に関する動物実験解析 老齢動物を用いた機能性成分等の効果解析 機能性成分等の摂取時期による効果の差異の検証 食品開発への利用</p> <p>③腸管における免疫、消化・吸収機能の解析とモデル系開発による評価 モデル動物等を用いた腸管における機能性成分等の消化・吸収・代謝や体内動態の解析 機能性成分等の免疫調節に関する解析 ヒト消化・吸収・代謝モデル系の開発および機能性評価系の構築</p> <p>④疫学研究による食品機能性の検証 機能性食品成分等と疾病に関する疫学研究の文献収集 文献のシステムチックレビューとメタ分析 観察研究・介入試験による機能性成分等の効果の検証</p>					<p>ポリフェノール・カロテノイド等10以上の成分について、機能性発現メカニズムの詳細が明らかになり、それを活用した食品開発が進められる。</p> <p>ライフステージに応じた機能性成分等の効果についての知見が蓄積され、摂取時期による効果の差異についての情報が得られる。</p> <p>消化吸収過程における機能性成分等の動態が、モデル系解析から予測できるようになる。</p> <p>機能性成分等の効果が疫学的研究からも検証され、科学的エビデンスが示される。</p>

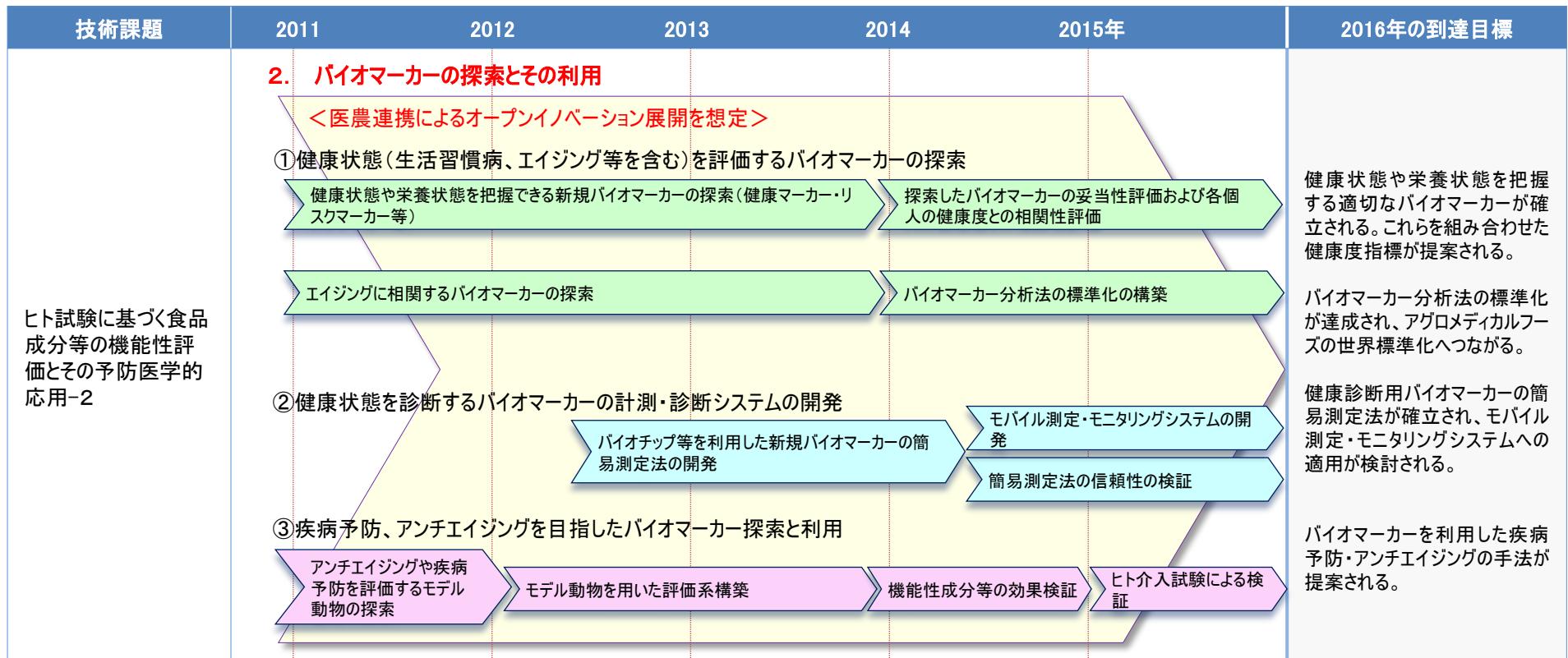
＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

我が国は超高齢社会を迎え、2009年の推計高齢者人口は約2900万人に達した。医療・介護等の社会的負担軽減に結びつくような予防医学的アプローチや、国民の健康維持・増進を考える上で、毎日摂取する食品が果たす役割は大きい。このような背景のもと、農林水産物・食品が有する機能性に関する科学的エビデンスの蓄積は、食品産業における重要な課題の一つとして認識されている。しかし、現実には、科学的根拠が希薄にもかかわらず効果を強調表示した食品が市場に散見され、販売され続けているという実態があることから、社会的見地からも解決が必要な課題としての側面をも有する。これらの課題の抜本的な解決のためには、医学や農学を含めた従来にない異分野の連携(オープン・イノベーション)により、エビデンスに基づく機能性評価を基盤とした新しい取組みが必要であることは言うまでもない。食品が有する機能性への理解を進めて実用化を促すためには、科学的エビデンスの高度化が必須であり、その過程で得られた技術集積は高機能性農産物・食品の世界標準化をも視野に入れた新規産業分野の創設へとつながる。

特定の機能性成分等を含む農林水産物・食品について、機能性の分子メカニズム解明からヒト試験による有効性、適正摂取量の設定に関する総合的評価を、国策として進めるべきである。特に機能性の実証には、エビデンスレベルの高い疫学的手法による検証が必要であり、機能性成分等の素材自体のみならず、農産物・食品をそのまま摂取した場合に発現する効果の検証が望まれている。また機能性発現メカニズムの複合的な検証や、消化・吸収・代謝における体内動態等、解決すべき課題が多く残されている。さらに、ライフステージに依存した機能性成分等の効果発現については、ほとんど知見がないのが現状である。栄養学的視点から考慮すると、乳幼児期と高齢期ではその条件が大きく異なり、加齢に伴って栄養素の吸収阻害が起きたり、エネルギー消費が低下することも知られている。また胎児期における母体の栄養状態が、出生児の成人後の健康状態に影響を及ぼすことを示唆する報告もあることから、ライフステージのどの段階において、どのような機能性が求められているかということに関する知見も、将来的には求められることになろう。

上記技術課題の解決が進むことにより、予防医学のニーズに対応した食品開発への提案・実用化に寄与できるだけでなく、新たな疾病をターゲットとする機能性評価法や食品開発への懸け橋となり得る。

社会的要請領域②=健康の維持・増進 その2



<課題抽出の理由、背景説明、波及効果など>

我が国の平均寿命は約83才と世界第一位(世界保健機関保健統計2010)であることが、日本型食生活の利点を表す一つの根拠としてしばしば引用される。しかしながら飽食の時代の下、生活習慣病有病者やその予備軍は年々増加しており、日本国民の健康状態は危機的な状況になりつつある。医療費等の社会的負担が国家予算を圧迫しつつある現状をふまえ、治療から予防へのパラダイムシフトが強く望まれているにも拘わらず、健康状態や栄養状態を適切に把握するための判断材料が不足していることが、これらの問題を統合的に解決するための大きな懸案事項となっている。

現代医療においては、病理診断やイメージング技術の進歩により、従来は判別できなかった疾病に対しても、判別を可能とする手法が確立されつつある。このような医療における新技術の提案は新たな診断法を生む一方で、いわゆる健常人に対しては、従来からの健康診断や人間ドックにおいて疾病マーカーに対する評価しかなされていないのが現状である。このような事情を鑑み、健康度指標を反映するようなバイオマーカーを開発し、これらの評価を健康度評価に追加していくことが、国民の健康維持・増進を遂行する上で必要になると考えられる。さらに、これらを検出しうるモニタリングシステムが構築されれば、健康維持に貢献しうる新たな産業をも生み出す可能性があり、画期的な事業展開へとつながっていくことになろう。一方、加齢と疾病リスクが切り離せない関係にある以上、健康維持の側面からも、アンチエイジングに着目した食品は大いに望まれている。

このような背景のもと、健康状態や栄養状態を適切に把握できるバイオマーカーの開発およびその分析法標準化は、世界に先駆けた日本発の新市場の構築への、大きな足掛かりとなる研究分野である。ここで述べるバイオマーカーとは、健康マーカー・リスクマーカー・エイジングマーカーのいずれをも含む。このような評価手法は、食品の機能性成分等に関するエビデンスの付与にも寄与するのみならず、我が国における健康度指標の新たな提案へとつながっていく。また日本型食生活の利点ならびに効果を科学的に実証することで、高齢化社会における食生活モデルの日本発世界標準にもなり得る。

社会的要請領域②=健康の維持・増進 その3

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
<p>健康維持・増進効果に着目した、予防医学等に資する高品質な農産物・食品の開発・普及-1</p> <p>①国産農産物・食品中の機能性成分等の分析法の開発と標準化及び迅速定量法の開発</p> <p>サンプリング法、測定法の開発 → 機能性成分等の分析法の妥当性確認 生体吸収量をモニタリング可能な分析法への応用 → 精度管理手法、適切な表示のための基盤データの提供</p> <p>バイオセンサー、チップ等の開発 → 複数成分が同時測定可能な分析装置の開発 → 主要機能性成分等のモバイル・マルチ測定のモデル地域での実証 → 高機能性農産物・食品の品質管理システム構築</p> <p>②国産農産物・食品の機能性成分等の動態解析</p> <p>主要農産物のモデル産地及び品種における機能性成分等の分析 → 主要な産地、品種、年次別分布の解析 → 加工・調理法の違いによる機能性成分等の含有量変化の解析 → 機能性成分等の適正摂取量の評価 → 標準機能性成分表作成</p> <p>含有される機能性成分等の品質を担保する分析法が確立され、適切な表示のための基盤データが提供される。</p> <p>機能性成分等の含有量の信頼性を担保するモバイル・マルチ成分簡易測定法を利用した機能性情報の適正な生産・流通工程管理の基盤が構築される。</p> <p>機能性成分等の摂取に伴う、ヒト側の予防医学的な生体調節因子が明らかとなる。</p> <p>主要農産物・食品の標準機能性成分表が作成され、食品の機能性に関する疫学的研究に資する基盤情報が提供される。</p>						

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

超高齢社会に突入した我が国では、生活習慣病、免疫失調に伴う疾病が増加し、医療費の増大が大きな社会問題となってきた。このような中で、医療・介護など社会的負担の軽減に結びつく予防医学の推進に貢献する農産物・食品の機能性に関する科学的根拠の蓄積とそれに基づく機能性農産物・食品の育成・開発と普及が求められている。しかしながら、特定の機能性成分等が疾病リスクを低減することの効果の十分なデータと、疫学的研究(観察研究、介入試験)による実証までのエビデンスが揃っているものは極めて少ないのが現状である。また、厚生労働省と農林水産省は、基準が定められている栄養成分については、その表示が適正であれば含有量を表示できるとし、機能性成分等についても、適正な分析を行い、客観的な表示であれば、量販店での情報提供が可能であると示している。ただし、表示が実際の成分含有量と著しく異なる場合には、「虚偽誇大表示」に該当するおそれがあるため、機能性成分等の分析法の開発と妥当性確認を進め、それらの結果を蓄積し表示の信頼性の基盤となるデータベースの提供・整備が必要となる。また、農産物の生産・流通の現場で簡便に測定できるバイオセンサー、チップの開発研究は、これら機能性成分等を安定的に含む高機能農産物・食品を予防医学の分野における栄養指導目的で利用可能とするための品質管理システムにとって必要になると考えられる。これらの研究を循環的に行うことで、我が国の代表的な農産物の品種別、産地別、年次別のデータベースが構築され、このデータベースの充実は、農産物の機能性に関する表示が行える基盤の構築に結びつき、我が国の農産物の機能性をわかりやすく消費者に伝え、国民の健康維持・増進において必要性の高い野菜・果物の消費増加に貢献すると期待できる。さらには、機能性を有する食品とその生産技術の輸出も含めた新たな産業の創成を進めることもできると期待される。

社会的要請領域②=健康の維持・増進 その4

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標	
健康維持・増進効果に着目した、予防医学等に資する高品質な農産物・食品の開発・普及-2		<p>2. 機能性成分等の探索と生体調節機能の解明によるテラーメード型食事スタイルの提案と普及</p> <p>＜医農連携によるオープンイノベーション展開を想定＞</p> <p>① 國産農産物・食品による生体調節機能の解明</p> <pre> graph LR A[地域特産物・食品の機能性探索と利用] --> B[機能性成分等の網羅的解析と機能性評価] B --> C[機能性を活かした食品の開発とヒトレベルでの機能評価] C --> D[テラーメード型食事スタイルの提案と普及] </pre> <p>② テラーメード型食事スタイルの提案と普及</p> <pre> graph LR D[栄養・機能性成分等の保証・管理システムの開発] --> E[個人の食生活、ライフスタイルのデータ化と解析] E --> F[機能性を活かせるユーザー別の効果的な食事メニューの設計技術の開発] F --> G[ユーザー別情報提供システムの設計] G --> H[消費者フレンドリーな階層的情報開示コンテンツの作成] H --> I[情報提供システムの利用による理解の促進効果の検証] </pre>					<p>地域農産物から新規の機能性を見出し、その評価と有効利用が進む。</p> <p>健康診断情報、ライフスタイルをもとにしたテラーメード型食品が提案されるとともに、ライフステージに応じた機能性食品の開発。</p> <p>正確な読み取りが可能な食情報のバリアフリー化による、我が国の農業、食品産業環境の飛躍的な向上。</p>

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

機能性食品の開発を進めるに当たっては、現在進められている農産物・食品が有する機能性の研究開発に限定せずに、古くから地域で食されている農産物・食品とその地域の罹患リスクとの相関性などを疫学的手法により見出すとともに、それら食品中の機能性成分等に関する網羅的解析を行うことで、生活習慣病、免疫疾患等の予防、アンチエイジングに有効な新たな機能が見出される可能性がある。そして、効果が明らかとなった機能性成分等を有効に利用する食事メニューの提示、その機能性を効果的に発揮させるための摂取方法を開発することも重要である。

食生活の構成要素は複雑であるが故に、個々人の食生活における農産物摂取量、体内における機能性成分等のレベルと疾病リスクの関係を栄養疫学研究により示し、それらの情報を普及させることができれば、超高齢社会における国民の健康の維持・増進に必要な食生活の改善への貢献は非常に大きなものとなる。そのためには、有効な機能性成分等の食事による集積量と機能の発現のメカニズムを分子レベルの相互作用で明解するとともに、疫学的手法による実証研究までを総合的に実施することで、これまで曖昧であった食生活の健康維持・増進効果のエビデンスが得られ、ヒトのライフステージにおける食生活のあり方の重要性が科学的に説明可能になるものと期待される。

将来的な目標は、個人の遺伝的背景、食生活データとライフスタイル(運動+休養)に合った食事スタイルを支援するシステムを構築することであり、研究の成果を社会に還元できるものと考えられる。具体的には、高機能性農産物・食品の機能性成分等の量的なデータベース、機能性成分等の摂取により変化する遺伝子、タンパク質の発現量などの機能性評価結果に関するデータベースや機能性評価をもとに生活スタイル別に設計される栄養指導に合う食事メニューに関するデータベース、地域における健康増進事業のモデル等の指針、個人ごとの推奨食品を用いたメニューの設計、素材宅配などをリンクさせることによって、予防医学の実践を目指す社会的な基盤が構築されると期待できる。また、この研究領域の進展と併せて得られる研究成果をユーザーが正確に読み取り可能な形の食情報としてバリアフリー化することで、我が国の農産物・食品の有効利用と健康維持・増進のための環境の飛躍的な向上が期待される。また、地域に結びついた素材を用いた農産物・食品に、これまでにない科学的エビデンスが付加されることになり、関連する機能性成分等を安定的に含む特産物の生産へのインセンティブは飛躍的に高まろう。また、このような動きを食品産業界全体の国際競争力強化への一策として捉え、機能性を有する食品とその生産技術の輸出も含めた海外展開に結び付けていくべきであろう。

社会的要請領域②=健康の維持・増進 その5

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
健康維持・増進効果に着目した、予防医学等に資する高品質な農産物・食品の開発・普及-3		<p>3. 機能性成分等を安定的に含む農産物・食品の供給</p> <p>①機能性成分等を高含量・安定的に含む農産物の栽培法の開発と育成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物工場による高含量化、安定化のための最適栽培法の開発(葉菜類、果菜類、果樹) ・精密農業による高含量化、安定化のための最適栽培法の開発(穀類、豆類、イモ類など) <p>②機能性を活用する加工・調理技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 副産物・規格外品を含む農産物の有効利用 機能性成分等の素材化 機能性成分等の適性摂取量の評価 機能性を活かした食品の開発と機能を効果的に発揮させるための摂取方法の開発 保存・流通や加工・調理法の違いによる機能性の変化の解析 機能性を維持させる保存・流通技術と機能性向上のための加工・調理技術の開発と評価 モデル地域での機能性の実証 	<p>①機能性成分等を高含量・安定的に含む農産物の栽培法の開発と育成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物工場による高含量化、安定化のための最適栽培法の開発(葉菜類、果菜類、果樹) ・精密農業による高含量化、安定化のための最適栽培法の開発(穀類、豆類、イモ類など) <p>②機能性を活用する加工・調理技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 副産物・規格外品を含む農産物の有効利用 機能性成分等の素材化 機能性成分等の適性摂取量の評価 機能性を活かした食品の開発と機能を効果的に発揮させるための摂取方法の開発 保存・流通や加工・調理法の違いによる機能性の変化の解析 機能性を維持させる保存・流通技術と機能性向上のための加工・調理技術の開発と評価 モデル地域での機能性の実証 	<p>機能性成分を安定的に多く含む高品質農産物の生産が始まり、それらの品質保証システムを利用したデリバリーシステムが実用化される。</p> <p>食品産業におけるゼロエミッション化技術が地域で実用化される。</p> <p>高品質農産物中の機能性成分の動態が明らかとなり、機能性成分等に関する品質保証システムが実用化される。</p>		

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

生鮮食品中の機能性成分については、適正な分析を行い客観的な表示であれば、量販店での情報提供が可能であることが農林水産省から示されているものの、それら成分等の量を安定的に含む農産物は限定されている。また、食品の通常の摂取量で目的とする機能性の得られることも求められている。これらの問題を解決するためには、農産物の生産を植物工場等を利用した精密農業による高品質化栽培などで実施し、含まれる機能性成分等の含量を安定的に一定レベル以上、確保していくことが必要となる。また品質保証を考慮しながら、対象とする機能性成分等の流通・加工過程でのモニタリング技術の開発も必要となる。それらのデータを高機能性農産物品種の選抜・育成に利用することは、我が国の機能性研究の大きな成果として、高品質農産物とその生産技術の輸出などにもつながると期待される。

また、地域産業または特定産業から出るすべての廃棄物を新たに他の分野の原料として活用し、あらゆる廃棄物をゼロにする新しい資源循環型の産業社会の形成をめざす『ゼロエミッション構想』が提案され、モデル事業も実施されている。これを食品分野で達成するための方策として、農産物の生産・流通・加工・消費過程で排出される副産物・規格外品等から機能性成分を含む新たな素材を調製・利用するための技術開発をおこない、安定的な機能性素材の供給と新しい食品開発を進めることも重要となる。

このように、食品の機能性を社会的に有効に活用する研究開発を進めることは、今後、深刻さを増す超高齢社会における国民の健康維持を支える上で極めて重要となる。このような研究開発は、最終的には、地域特産物に関する健康増進効果の実証による高付加価値をもたらすことになり、その普及は地域農業の活性化と6次産業化に貢献するものとなろう。

社会的要請領域②=健康の維持・増進 その6

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
高齢者向け食品の開発・普及－1	<p>1. 食生活改善を動機付ける高齢者のための新しい食事業の展開</p> <p>①高齢者の生活実態に合った食生活指導の検討</p> <p>高齢者の栄養調査(高齢化率の高い地域で先行) 調査結果から「日本人の食事摂取基準」に基づいた個人別栄養指導展開 高齢者の生活実態に合った食生活指導の実施</p> <p>②孤食防止にもなる地域の食ビジネス整備</p> <p>高齢化が進む農村型シルバーランチ計画検討、モデル事業展開、都市型コミュニティーモデルへ発展 食生活指導と兼ねて全国展開</p> <p>高齢者の知恵・経験をシーズとした地産地消型の食生活改善に有効な食品の開発 地域コミュニティーにおける若年層の健康維持のための食生活指導</p> <p>2. 高齢者の高次生活機能を維持・増進・補助するための食品開発</p> <p>①高齢者栄養に配慮した食品デザイン</p> <p>たんぱく質、カルシウム等の摂取や消化吸収性に配慮した食品の開発 高齢者個人の状態への適合性をフォローし、包装や販売形態を改善(次頁 項目3)</p> <p>②高齢者の摂食機能を補う食品のデザイン</p> <p>食卓調査等による高齢者の食嗜好性の解明 加齢による味覚や摂食能力等の生理的変化の調査研究 高齢者モニターによる摂取・利用しやすさ、適合性の検討 摂食機能の客観的指標の確立</p> <p>③超高齢社会に対応した食品の安全性確保と品質管理 (領域①参照)</p> <p>④高齢者ニーズに対応した高品質食品の加工法と提供システム (領域⑤参照)</p>	<p>高齢者個々人の生活実態に合った食生活指導が実施される。</p> <p>農村地域の高齢者や都市部の独居・高齢世帯の食が支援される。農村型モデルでは6次産業化に対応し、高齢者が提供者にも消費者にもなるコミュニティー形成が進む。</p> <p>低栄養や転倒による骨折、誤嚥等の事故を防止し、感覚や筋力、免疫力等の加齢による生理的変化に対応した、高齢者の自立生活を延長させる食品の開発が進む。</p> <p>安全に美味しく摂取できる加工技術を利用して高エネルギーで易消化性の食品の開発が進む。</p> <p>年齢ではなく生活機能や食生活実態で区分した食品が提供される。</p>				

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

本ロードマップが対象とするグループは、我が国の高齢者人口の大半を占める「自立生活者」約2000万人(2007年推計)であり、成人人口の約30%を占める。今後とも増加する自立高齢者、加速する高齢化を見込みながら、当該高齢者グループ向けの食に対するニーズと問題点を整理し、そこへの技術的対応を示すことによって、新しいビジネスチャンス誘導の可能性を探ろうとした。多数の高齢者が健康を維持したままQOLの高い状態にあれば、医療費をはじめとする社会的負担の軽減につながる。

対象者層は健康への関心が共通して高い一方で、個人レベルでは低栄養者から肥満等の生活習慣病対策が必要な者まで幅広く分布している。ここでは、高齢者特有の、低栄養、栄養改善への動機付け、家庭内での事故、孤食、食品や食情報へのアクセス、等を解決するべき問題と捉え、高齢者が社会から隔離されることなく、より健全な自立生活を維持していくための食品提供やフードシステムの構築を目指す。70歳を超えるような高齢者の栄養、食嗜好、食生活の実態・ニーズは、現在までに十分に調査されているとは言えず、2010年版の「日本人の食事摂取基準」においても、さらなる調査や解析の必要性が述べられている。今後は、日本人の生活実態に合致した客観的指標を取り入れた、年齢別ではない、生活機能別による分析が必要となろう。

前課題の中でテーラーメード食品について述べているが、ここでは食品成分だけではなく、上記の徹底調査を経て抽出される、食事を提供する場、食品の形態、嗜好性、デリバリー等も対象としている。これは、高齢者の積極的な食事摂取を促すには栄養・機能性の改善だけでなく、使いやすさ・食べやすさ等が考慮されるべきとの視点に基づいている。尚、生活習慣病対策は高齢者に特有ではないため、ここでは取り上げていない。

また、高齢者が食材や食品、食事の提供側にも、消費側にもなる食の場については、例えば、地域コミュニティー型食堂での「シルバーランチ」の提供等が想定できる。社会参加したい、孤立したくないという高齢者のニーズにも応えつつ、同時に高齢者の食生活改善も狙った計画である。まず高齢化率の高い小規模な地域で農村型モデル事業を始め、地域特性を生かしお年寄りの知恵の詰まった「ニュー伝統食品」の提供等が出来れば、地域の農産物を利用した6次産業化の具体例にもなり得る。そして、都市型モデルでは、若年層との「共食」により国産農産物や日本型食生活の良さを示しつつ、より大規模な地域での事業に発展させることを期したい。

社会的要請領域②=健康の維持・増進 その7

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標	
高齢者向け食品の開発・普及－2		<p>③ 高齢者が利用しやすい食品包装とデリバリーシステムの設計</p> <p>①高齢者が取り扱いやすい食品包装等の製品設計</p> <ul style="list-style-type: none"> 高齢者が求める食関連情報を調査・整理し、アクセスしやすい情報提供システムの構築 高齢者の身体機能や人間工学に基づき“使い勝手”を追究し、再利用可能な素材も利用したユニバーサルデザイン・アクセシブルデザインの食品包装開発（領域③参照） 栄養学的および食品衛生上の管理を考慮した適切なパッケージサイズの検討 <p>②超高齢社会に対応した新しい食品デリバリーシステムの構築</p> <ul style="list-style-type: none"> 高齢者の食品購買データを収集し、食品入手に対する要望や改善点を抽出 買物ヘルパー、店内休憩場所や商品配置、店内表示、優先レジ等の高齢者対策 スーパー・商店街・NPO等が共同で取組む食品宅配、通販システムの試行 前頁2で開発する高齢者向け食品、①で開発する包装形態の利用 				<p>QOLを高め、健康寿命を延ばす、高齢者により快適な食生活が提供される。</p> <p>物質的にも情報的にも使いやすい製品により、家庭内の食事環境が改善される。</p> <p>原料、労力、エネルギーを最大活用し、食品由来の廃棄物が削減される。</p>	<p>食品スーパー、コンビニ等が、高齢者が利用しやすい形に再編成される。</p> <p>宅配や通販システムの併用により、フードデザートが阻止される。</p> <p>商品形態や包装に配慮した新しい食品デリバリーシステムの構築が進む。</p>

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

高齢者の独居や高齢者のみの世帯数が増えている状況下、高齢者向けの食品についてはその中身だけでなく、サイズや包装および入手や取り扱いの容易さの問題解決も重要である。筋力や視力が低下した高齢者からは、使用頻度の高い食品が開封できない、開封方法や使用法が解らない等の苦情が依然として多く、産業界では、これまでのバリアフリー（障害を取り除く設計）、ユニバーサルデザイン（すべての人が利用できる設計）から一步進み、誰もが使いやすいアクセシブルデザインという考え方が強調されつつある。また、商品設計の中で、高齢者が真に求める情報、あるいは高齢者が知るべき情報を分かりやすく伝えていく工夫が必要であり、それが適切な食品購入に結びつき、結果として、食品生産に用いられる原料、労力、エネルギーの利用効率の最大化、食品廃棄量の最少化が達成できる。また高齢者が、一度に食べきれるサイズの食材、食品があれば、食品衛生面でのリスク管理にも取組みやすい。

先進諸国では郊外型の大型スーパーが主流で、車を持たない都市部高齢者の生鮮食品入手が困難となる「フードデザート」が問題化している。日本でも都市部のニュータウンや過疎地等で、高齢者が食品を購入しにくく、結果的に栄養バランスが悪くなるという問題が生じつつある。経済産業省は、食品などの日常の買い物に困る者が600万人と推計し、その対策として、商店の無くなった周辺集落で行うミニスーパー事業等の買物弱者対策支援事業を展開している。既存の食料品店を高齢者顧客の視点に立って利用しやすくするとともに、スーパー・商店街・NPOなどが共同で取り組む宅配事業等、食品の新しいデリバリーシステムを構築することは、高齢者の食問題解決には極めて重要であり、モデル事業の検証をとおして、地域特性（地域産品や商習慣）に合致した高齢者が利用しやすい流通システムの整備が待たれる。

これら高齢者向けの食対策は、流通を含めて中小企業の多い我が国の食品産業にとって、発想を転換し、競争力を高めていく大きなチャンスである。また、これから6次産業化を目指す農林漁業者にとっても傾聴すべき多くのヒントが含まれている。今後さらに高齢化が進む中、高齢者ニーズが引き金となって、従来の少品目・大量生産の均一規格から、多品目・少量生産型へのバラエティー化が進み、サービス面でも個別対応が求められていこう。我が国のフードシステムが高齢者自身の問題意識を組み入れながら、再構築される必要がある。そして、国内で得られる実績を、我が国に統いて高齢化を迎える食習慣の類似した東アジア諸国等への展開に生かしていくべきである。さらに、超高齢社会に対応した日本型フードシステムは、欧州先進諸国でも、高齢者の食生活改善についての「さきがけ的な対応」として、注目されていくことになろう。

11. 食品産業技術ロードマップ各論: 社会的要請領域 ③

－資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減－

専門部会委員（五十音順、敬称略 *まとめ役）

五十部誠一郎*（独）農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 食品工学研究領域長

大下 誠一 東京大学大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻生物システム工学講座教授

篠崎 聰 （株）前川製作所 技術研究所 副所長

鈴木 徹 東京海洋大学 海洋科学部食品生産科学科食品冷凍学研究室 教授

平田 昌之 元味の素(株)

＜基本方針＞

農畜水産物を原料とする食品製造業は、副産物に加えて、洗浄・分離・濃縮・蒸煮等による廃水、さらにプランチング、調理加工、殺菌、乾燥等の処理で用いる熱エネルギーなど、環境負荷につながる大きな課題を有している。これらに対しては、従来から、広角的な取組が続けられてきたが、今般、日本政府が二酸化炭素排出削減目標値として25%(1990年ベース)を表明したこと、その重要度は、以前にも増して高くなってきた。

本技術ロードマップ策定においては、食品産業全体として取り上げるべき緊急かつ重要な課題である「資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・二酸化炭素排出削減」について、5年後の“あるべき姿”を想定した上で、その実現に向け必要性の高い技術課題を抽出し、解決プロセスを行程表化した。但し、これらの課題については何れも到達目標を数値化することが容易でなく、LCAを基本に見据えつつも、定性的な改良・改善目標に留まらざるを得ず、今後の課題とした。

いくつかの課題(食品廃棄物処理、農水産物の収穫後処理、マイクロ・ナノバブル含有水、コールドチェーン技術など)については、ターゲットとなる新技術の科学的評価や標準化、さらに経済的・社会的評価を行なうことで、業界全体に円滑に理解され、実用化されていく仕組みを想定した。そして、ロードマップ課題実現への推進母体として行政のサポートを得た業界・学際連携の委員会あるいはコンソーシアムをイメージした。ここで取り上げた課題は：

1)二酸化炭素排出削減、省資源、省エネ、廃棄物処理

2)用水の環境保全型利用

3)鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減

の3分野に整理され、特に、廃棄物の再資源化(Recycle)よりも、これらの発生抑制(Reduce)への取組を重視した。食品ロスの軽減はフードチェーンの規模縮小をもたらすとの懸念が出るかも知れない。しかし、これを食品産業全体のグリーン化推進による大きなパラダイムシフトと捉え、ポスト飽食時代に対応した新しい社会経済的な仕組み作りを標榜していくことが先決かと考えられた。

ロードマップ策定作業を行う際には、課題実現のために最大限の技術開発努力がなされていくことが大前提であるが、食品産業では環境・資源問題への取組が商品の付加価値に直接的に結び付かないことが予測され、十分なコスト投入がなされない事態が懸念される。このような状況を打破していくためには、環境・資源問題への消費者の理解とそれに基づく新たな行動が不可欠であると認識され、そのための方策として、行政・学界などが中立的な立場から啓発活動をおこなうなど、技術ロードマップ課題実現へのバックアップ体制作りが求められる。そして、この国民的合意をベースにしてこそ、産業活動と環境保全活動の統合による食品産業のグリーン化実現され、開発される「グリーン商品」においては環境コストの内生化が進むことになろう。

この検討領域で抽出した技術の実用化のシナリオの一つとして、コンビナート型地域循環システム構築が想定される。そこにおいては、特に①、②分野での技術の融合、異業種間の連携などが必須となろうが、現段階ではこれらの地域循環システムの構築についての包括的ロードマップは提示していない。今後、農商工連携などを促進する政策に連動した地域活性と環境保全の両面から、また、地方行政も含めた行政・産業界での取組に期待したい。

社会的要請領域③における技術マップ 一資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・二酸化炭素排出削減一

テーマ名	テーマの内容	効果・市場へのインパクト	るべき姿との関連性			産業競争力・新産業創生力				
			食品価値判断力向上	日本型食生活へ回帰	省エネ・省資源・持続性	市場規模	付加価値	機能向上	波及効果	知的財産
二酸化炭素排出削減、省資源・省エネ、廃棄物処理	省エネ診断と省エネ技術開発	二酸化炭素排出削減プロセスの導入、コストダウン			◎	○	○	◎	◎	○
	食品廃棄物のエネルギー化・飼料化・肥料化・有用物質の回収	食品廃棄物の再資源化技術のラインナップ、循環システムへの技術提示	○		◎	○	◎		◎	○
	包装技術の高度化(環境保全型包装システム)	機能・環境の両面を考慮した包装素材及びシステムの開発	○		○	◎	○	◎	○	○
環境保全型の用水新活用と廃水量削減	マイクロ・ナノバブル含有水の特性評価と利用技術開発	科学的解析をもとに新利用技術開発			◎	○	◎	◎	◎	◎
鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減	コールドチェーン技術の標準化	機能・環境の両面を考慮した効率化とシステムの提案	○		◎	◎	◎	◎	◎	
	ネオフリージング技術によるコールドチェーンの再構築	機能・環境の両面を考慮した効率化とシステムの提案	○		◎	○	◎	◎	◎	
	次世代型食品殺菌技術開発(バイオブリザーバティブ他)	農産物・食品ロス低減化による利用効率向上、コストダウン	◎		○		◎	○	○	○
	農産物の収穫後処理(ポストハーベスト)の高度化	農産物・食品ロス低減化による利用効率向上、コストダウン	○		◎	○	○	○	○	
	包装技術の高度化(鮮度保持機能・利便性付与技術の開発)	機能・環境の両面を考慮した包装素材及びシステムの開発	○		○	◎	○	◎	○	○

社会的要請領域③=資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減 その1

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
省エネと二酸化炭素排出削減(省エネ診断と省エネ技術検討)						食品製造現場での省エネ技術の有効性が検証され、順次、実用化される。省エネコーディネーターを軸に、品質担当とプロセス設計者の連携が必須。
			省エネ診断とコプロダクションの食品分野への応用			
				食品製造工程のエネルギー診断・エネルギー・マネジメント技術検討(廃熱利用など)・食品製造ラインでの実証・実用化試験		
			技術検討①:省エネ型冷凍装置技術(太陽熱利用ヒートポンプ)			太陽熱利用ヒートポンプの実用化にめどがつく。
			試験機による実証試験(コスト/効果/省エネ等)	コストダウン試験(普及拡大による)/現場導入試験		
			技術検討②:凍結濃縮技術の応用(氷の熱源としての利用)			凍結濃縮による高品質冷凍技術の実用化、熱源としての利活用による省エネ促進にめどがつく。
			凍結濃縮技術の再評価試験	濃縮効率向上検討(氷の分離と熱源利用)	実証試験(コスト/効果/省エネ等)	
					実用化検討	
			技術検討③:乾燥プロセスへのヒートポンプ利用			
			ヒートポンプのボイラー代替利用方法の検討(技術/コスト)	実証試験と普及促進への制度的検討		高温ヒートポンプの乾燥工程への応用化と普及にめどがつく。

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

低炭素社会の実現には、二酸化炭素排出削減が重要であり、省エネ技術の有効活用が不可欠である。食品加工プロセスの省エネ診断はエネルギー収支対応だけでは不十分であり、むしろ品質の確保が第一義的である。ここではヒートポンプの活用とコプロダクションをイメージした省エネ診断の普及を掲げ、従来プロセスの改良・改善を目指した。国内での省エネプロセスの確立は、今後のグローバル対応にも生かせることは云うまでもない。これらを踏まえ、将来的には、品質向上と省エネの両立をはかる新加工法の開発に挑戦していく必要があろう。

今後、食品産業においても省エネ機器として、ヒートポンプの活用が広く浸透するであろう。さらなる低炭素社会の実現に向けて、特に、太陽熱利用ヒートポンプについては、今後5年間に実用化が検証されるべき課題と捉え、ボイラーなどの代替機器としての検討と、その実用化をイメージした。吸着式冷凍機などの普及により、太陽熱で製造した温水を冷水に変換して、エネルギーを有効利用するような最新技術を調査、検証し、コストダウン効果を示しながら普及に結びつけていくことがその実現行程となろう。

また、大きな熱移動を伴う凍結濃縮や乾燥技術では、熱の再利用が可能である。古くからの単位操作に新たな要素技術(例えば、ヒートポンプ)を組み入れることで、ロスとなっていた熱エネルギーが回収・再利用できれば、省エネと二酸化炭素排出削減への貢献は極めて大きなものとなる。そこでは、他産業技術の導入・応用が鍵となり、業界・学際連携が実用化へのドライビングフォースとなろう。

社会的要請領域③＝資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減 その2

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
二酸化炭素排出削減、省資源・省エネ、廃棄物処理	<p>①食品廃棄物のエネルギー化・飼料化・肥料化・有用物質の回収</p> <pre> graph TD A[食品産業グリーンプロセス検討委員会設置 (学際・業界連携による技術評価・開発推進母体)] --> B[食品副産物有価物・変換データベース(DB)の構築 (LCAを含めて)] B --> C[地域別の総合的副産物利用システムへの支援などの法的整備] C --> D[食品産業グリーンプロ 事業をとおして技術 評価、必要開発技 術抽出] D --> E[単独副産物での商 業的変換技術の促 進] E --> F[食品副産物の地域循環型のカス ケード型変換、利用技術の開発] F --> G[食品副産物の地域循環型のカス ケード型変換、利用技術の実用 化(実証・導入)] G --> H[乾燥・微細化・抽出・分離・濃縮の必要な単位操作の改良 (コスト、品質)] H --> I[LCA評価、異種素材の混合素材の特性把握、変 換技術] </pre> <p>食品産業グリーンプロセス検討委員会設置（学際・業界連携による技術評価・開発推進母体）</p> <p>食品副産物有価物・変換データベース(DB)の構築(LCAを含めて)</p> <p>地域別の総合的副産物利用システムへの支援などの法的整備</p> <p>食品産業グリーンプロ 事業をとおして技術 評価、必要開発技 術抽出</p> <p>単独副産物での商 業的変換技術の促 進</p> <p>食品副産物の地域循環型のカス ケード型変換、利用技術の開発</p> <p>食品副産物の地域循環型のカス ケード型変換、利用技術の実用 化(実証・導入)</p> <p>乾燥・微細化・抽出・分離・濃縮の必要な単位操作の改良 (コスト、品質)</p> <p>LCA評価、異種素材の混合素材の特性把握、変 換技術</p>	<p>食品廃棄物(副産物)の利用について、現状のISO14000に基づく処理だけでなく、これを地域における循環資源として位置付けて、エネルギー効率のよいカスケード型のマテリアル・エネルギー併用型変換システムを開発し、それぞれの地域の業態に応じたシステムとして導入出来る技術基盤、法的基盤を構築する。</p>				

社会的要請領域③＝資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減 その3

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
環境保全型の用水 新活用と排水量削減	マイクロ・ナノバブル含有水の特性評価と規格標準値の提示					マイクロ・ナノバブル含有水の規格標準値の提示。
	マイクロ・ナノバブル標準化検討委員会設置(学際・業界連携による事業促進母体としてコンソーシアムを管轄)	標準化コンソーシアム 参加ラボ・企業募集	特性・応用事例の一覧化	関連用語の整理、評価物性の選定	物性・計測結果の検討	物性の妥当性・計測結果の再現性
	評価物性計測方法・装置の検討	評価物性計測方法・装置の絞り込みと計測開始	物性計測(粒径、粒子濃度、ζ電位、pH、D _O 、滞留時間等)	物性計測・データ蓄積(空気バブル、オゾンバブル)	評価物性の標準値決定	
	マイクロ・ナノバブル含有水利用技術の実証(食品加工廃水処理・リサイクルへの利用)	マイクロ・ナノバブル技術実証検討委員会設置(学際・業界連携による事業促進母体としてコンソーシアムを管轄)				
	実証化コンソーシアム 参加企業募集	ガス種と効果の相関 検討・試験開始	期待される効果(処理工程効率)の定量化	用水使用量・消費エネルギー節減の評価、廃水リサイクル・有用物質の回収の検討	利用モデル工程の提示	マイクロ・ナノバブル含有水利用技術の開発、適用可能なモデル工程の提示。
	(空気バブル)	・油脂汚泥浮上分離 ・菌体活性促進				
	適用工程のターゲット化		パイロットプラント試験、有用物質の回収実験	現場適用試験(廃水処理、飼料化・肥料化、洗浄の検討)	効果が確実視される操作条件の特定	
	(オゾンバブル)	・有機物酸化分解 ・廃水の脱色 ・農畜水産物洗浄・殺菌				

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

食品工業用水量は約18億トン/年であり、業種別の淡水補給量で上位から6位に位置付けられている(平成18年度:全産業総淡水補給量約521億トン)。しかしながら他産業に比べて、用水の回収利用率が低く(約40%)、用水使用量の削減とともに、排水量の削減が環境保全の面から大きな未解決課題となっている。環境保全型の用水使用的フロンティアを拓く可能性がある「マイクロバブル、ナノバブル(以下、マイクロ・ナノバブルとする)を含有する水」について、固有の特性を科学的に明らかにし、これを食品工業における用水節減と廃水処理に適用しうる技術として提示することは、地球規模で問題視されている水資源の有効利用に資すると共に、廃水に含まれる食品由来の成分の飼料化・肥料化や有用物質の回収という将来を見据えた課題の解決に大きな役割を果たすものと考えられる。

「マイクロ・ナノバブル含有水」は物理的、化学的および生理学的な特性を持つため、殺菌、洗浄、生理活性促進等の効果があるとされ、多くの応用事例が報告されている。これに並行して、マイクロ・ナノバブルに着目した研究は近年増加の一途をたどり、例えば電子ジャーナルScienceDirect)で micro bubble を入力すると3万件弱(2006年以降でも9,200編)、nano bubbleでは6千件弱(2006年以降でも1,600編)の論文がヒットする。このように、我が国が発端になったと思われるマイクロ・ナノバブルは、今や世界的に注目される研究対象になっている。しかし、先行する応用事例では、科学的根拠が不明なために効果が判断しない例も散見され、技術導入の障壁となっている。このため、科学的及び実証的な検討に基づいて実用技術としての目標値(規格標準値)を提示することで、日本発技術としての位置付けを明確にしながら、このものの新活用(環境保全型利用等)への道筋を付けていきたい。

社会的要請領域③=資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減 その4

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減 (コールドチェーン技術の標準化)	食品凍結技術の評価手法の標準化 食品凍結技術評価手法の標準化検討委員会設置(学際・業界連携コンソーシアム) 検討①:凍結保存食品の品質評価手法の確立 コンソーシアム参加企業募集 評価法の標準化 (氷結晶、表面・内部 状態、ドリップ量他) ①凍結条件-品質相關の予測手法開発 ②品質変化速度活性化エネルギーなどDB構築 ①官能評価・品質評価と賞味期限との対応検討 ②標準化品質評価法の普及 検討②:食品凍結関連機器の性能評価法の確立 冷却性能・低温保持性能・解凍性能 評価用モデル食品の設計と 標準計測法の確立(温度トレーサビリティーを含む) 実用機の性能評価基 準設定 性能評価機構の設立と人材育 成					①凍結食品の科学的な品質評価手法が確立し、従来からの賞味期限に代わって「賞味品質値」導入の気運が高まる。 ②凍結装置・冷凍貯蔵・解凍装置の性能評価手法の確立で、合目的的な設備設計が可能になる。

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

H19年農林水産省大臣官房統計によると、小売店などで生じる「可食でありながら賞味期限切れや品質低下による製品廃棄量」は年間125万トン(年間食品廃棄物量の11%)にのぼり、これらの大半は常温、もしくはチルド流通保管食品である。また家庭における賞味期限切れなど食品そのままの廃棄量はH16年環境省環境統計集計によるとおよそ年間500万トンにのぼる。これらを廃棄せず食品として効率利用する手法として実現可能な最も有力な手段は冷凍技術である。

常温、あるいはチルド流通、保管されている食品を冷凍保存に切り替えた場合、品質保持期間は飛躍的に延長され、全量近くの消費が可能となる。原理的にマイナス18度冷凍状態における食品の品質劣化にはおよそ1年間の許容期間がある。現にマイナス18度のコールドチェーンを前提として商品設計をされる冷凍食品類(年間約150万トン国内生産)は一年間の賞味期限をもち、ロス率は極めて小さい。コールドチェーン技術の高度化と拡充をはかることによって、冷凍技術をより広範囲の食品種に適用し、食品廃棄量の大幅な削減につなげていくことが期待される。

また、食品をより高品質に保持しロスを低減するためには、より低い温度に保つことが原理的に望まれるが、超低温を維持するためのエネルギー増大が懸念されるため実現されてこなかった。しかしマグロ等の一部高級水産物には超低温(-60度)の流通網が利用され、昨今では産地の高鮮度水産物の市場流通促進化のために超低温の利用が急速に拡大しつつある。超低温保管による投入電気エネルギー増大を抑えつつ高品位保持できる超低温流通網が構築されるなら、ロスとなっていた貴重な食資源の効率的利用につながる。

このような“次世代コールドチェーン網”構築には、現状のコールドチェーンの高度化が必要であるとともに、消費者の理解と新たな消費行動が求められる。しかし凍結食品の品質評価手法、食品凍結装置および冷凍保管装置、また解凍装置の性能評価手法等、食品冷凍技術全般における評価手法が未だ漠然としており、必ずしも科学的根拠に基づいた評価がされていないのが現状である。すなわち食品の冷凍技術評価自体の基準が未整備であることが発端で、業界、消費者の両方に大きな混乱を招き、正常なコールドチェーン技術の発展が妨げられている。適切に冷凍され保管された食品は凍結される直前の品質に大きく劣るものではないにわかからず、消費者からの誤解が多い。このような現況を鑑みると、早急に食品凍結技術の評価手法の標準化整備を行い、コールドチェーン技術の高度最適化を推進していくためのバックグラウンドを築いていく必要がある。

社会的要請領域③=資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減 その5

技術課題	2010 コールドチェーン技術の最適化と新たな技術開発、その活用 コールドチェーン技術の高度最適化検討委員会設置(学際・業界連携コンソーシアム)	2011 技術検討①:超低温コールドチェーン構築(地域特産物の高付加価値化、利用効率向上) FSとモデル產品の選択 品質評価法の標準化 流通実証試験(コスト/効果) 結果のまとめ(普及への人材育成)	2012 技術検討②:チルド流通食品の冷凍保存流通へのシフト(凍結食品種の拡大、廃棄ロス削減) FS(現状分析ならびに経済効果、モデル品目等) 凍結・保存試験 実証試験 総括(コスト/効果)	2013 技術検討③:超低温凍結技術の高効率化・低コスト実用化 超低温冷凍装置の省エネ化・設備の小型化(特に断熱材) 超低温冷凍・保管技術の実証試験・まとめ	2014年 技術検討④:高圧利用技術(圧力移動凍結) 圧力容器のコストダウン・食品への影響評価 処理能力向上検討 製造ライン化検討 実証試験	2015年の到達目標 超低温コールドチェーンの普及によるローカル食資源の利用効率の向上。	
鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減 (ネオフリージング技術によるコールドチェーンの再構築)	技術検討⑤:デハイドロフリージング 脱水制御方法の検討・品質への影響把握 解凍制御(歩留改善・品質向上) 冷凍設備との併用による実用化	技術検討⑥:凍結制御物質の利活用(不凍タンパク質等) 凍結制御物質の選択と利用法検討 実証試験(コスト/効果) 実用化検討(コストダウン)	チルド流通食品を冷凍保管流通網に切り替えることによる小売食品廃棄ロス(年間125万トン)および家庭での食品廃棄ロス(年間500万トン)の削減への指針の提言。	超低温コールドチェーン構築への実用技術確立(省エネ、二酸化炭素排出削減)。	微細氷結晶生成による高品質冷凍技術の確立とその実用化。	微細氷結晶生成による高品質冷凍技術の確立とその実用化。	凍結制御物質を利用した氷結晶制御技術の実用化。

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

食品凍結技術の新評価手法をベースに コールドチェーン技術の高度最適化を推進し、食品廃棄ロス削減策をFSする。その第一の検討例として、①地域特産物の高付加価値化、利用効率の向上を目指した超低温コールドチェーン技術をあげた。また、②現状、小売店にて常温またチルドにて流通されている食品の冷凍流通への切り替え、また2ndフローズンによる商品寿命延長可能性を検討する。FSで経済的な意義が約束されれば、実証試験を経て、小売食品廃棄ロス削減への対策につなげていきたい。そこにおいては、「賞味期限」に代わって、「賞味品質」の概念が一般化することが前提となる。

さらに、コールドチェーン技術の高度化・最適化に貢献する要素技術として4つの課題を加えた。③は超低温コールドチェーン構築を支える超低温冷凍装置、および超低温保管技術の効率化、低コスト化の技術開発であり、食品ロス削減と同時に省エネ、CO₂排出量の削減にも貢献する重要な技術検討課題である。さらに冷凍技術をこれまでより広範囲の食品種に適用するため、また高品質化するために必要となるコア技術として④⑤⑥の課題を抽出した。何れも科学技術として有望視されているものの、技術の深化が進んでいない。コストダウンをはかりながら、実用化を促していく必要性が指摘される。

社会的要請領域③＝資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減 その6

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減	①農産物の収穫後処理(ポストハーベスト)の高度化	国産農産物の長期的安定供給システムの高度最適化検討委員会設置(学際・業界連携)し、ロードマップ課題を統括	収穫後ロス削減のための品目別・用途別・貯蔵期間別の最適化検討(予冷、予措、洗浄、貯蔵等)	未利用収穫部位の食材化技術の開発と多収穫期の農産物の貯蔵及び食材化のための技術及び用途仕分け設計の開発	国内農産物の安定流通量最適化等検討(マイナー・新規作物を含む) マイナー作物・新規作物の収穫後処理の最適化とその経済的評価 生産地での高品質貯蔵・出荷施設の実証と高度活用	国内農産物の市場供給量の安定性向上と収穫後ロス削減のため、特にレモンなどの新規農産物の収穫後処理の最適化を確立するとともに、多収穫期の農産物の長期流通と食品素材化の調整を実現するための技術を提供する。
	②殺菌技術の次世代型への進化(生鮮食品・非加熱食品等の日持ち性向上)	植物工場等の清浄野菜の生産技術開発(無菌化への技術開発) 食品衛生法などの規制への対応 オンライン検知、予測手法の現場導入	高品質・無菌野菜生産技術開発(実証・実用化)	カット野菜、弁当、総菜等の組立食品向け素材への新殺菌処理導入による日持ち向上検討(抗菌剤、バイオプリザーバティブなど)	チルド・長期間消費期限を目指した、新規殺菌技術(高圧処理と抗菌剤等の併用等のハードルテクノロジーを含む)による日持ち性の良い食品開発	常温・長期間消費期限の次世代型非熱殺菌処理の食品の開発

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

農畜水産物の中で、加工食品原料として利用するものを除く、いわゆる生鮮食品については、その廃棄量の大きさが問題となっており、食料需給表によれば、野菜で10%、果実で約17%、畜肉で22%に達する。この口スは生産者に対して大きな経済的損失を与え(青果物だけで約5000億円)、また廃棄される農産物の処理は大きな環境負荷をもたらしている(青果物で約300万トン)。

レモンなどの新規作物については、洗浄処理などにミカン用の設備を使用していることや、レモンに適した予措方法や貯蔵条件を十分把握していないことから、国産レモンのロス率は40%以上といわれ、その改善が喫緊の課題となっている。さらにこのロス率には、生産地での多収穫期の生産調整による廃棄分は含まれておらず、これらの食材化をはかる一方で、長期高品質貯蔵などを施すことができれば、利用率向上による経済的損失の回避のみならず、国内自給率の向上や生産・加工・販売など安定化につながる。

殺菌技術の次世代型への進化について、植物工場(閉鎖系栽培)野菜の清浄性などの特徴などに焦点を当てながら、省エネ、高品質化、さらに日持ち性向上による廃棄ロス減少などの達成を設計した。非熱的な微生物制御技術の導入には、食品衛生法などの規制対応が求められ、オンライン検知技術などをもとにした素材の安全性確認などの技術も併せて必要となる。そして、技術が確立し、さらに広い普及を目指す場合には、食品衛生法の一部改正なども視野に入れておかねばならない。

この他、食品の製品廃棄量削減には、消費者の購買行動を把握した上での製造量調整(作りすぎ防止)が基本であり、生産と流通のさらなるタイアップが求められることはいうまでもない。ある程度の無駄や廃棄を前提にしたパラダイムから、持続可能な循環型社会思考へのシフトが求められる。さらに、この領域において可能性のある技術を長期的な視点に立って俯瞰するなら、最終殺菌としての放射線、電子線殺菌処理に対する社会的認知(パブリックアクセシビリティ)への絶え間ない努力が求められていことになろう。

社会的要請領域③=資源利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物リサイクル、省エネ・CO₂削減 その7

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標	
包装技術の高度化 (環境、機能、利便性を考慮した技術開発)	①環境保全型包装システムへの転換					到達目標のキーワードとして、「軽量化」、「易リサイクル」、「LCA」などが考えられ、特にLCAへの対応が進む。	
	農産物・食品包装技術の高度化検討委員会設置(学際・業界連携コンソーシアム)						
	バイオマスプラスチック、生分解性プラスチックの開発と普及						
	容器・フィルムの薄肉化・軽量化検討	脱塩素素材の開発(PVDC、PVC代替素材の開発)					
	中間食材流通・宅配食品などのワンウェイ容器からリターナブル容器への転換検討	RFID等の普及による流通合理化と適正管理による廃棄物削減					
	脱アルミの新たなパリア包材の開発	分別・廃棄をしやすくする包装容器のモノマテリアル化					
	包装材料の開発におけるLCA対応						
	②包装技術の高度化						
	パリア性包装フィルムのコスト低減と生鮮食品のガス置換包装検討						
	低コストMA包装フィルムの選定	MA包装の利用拡大(青果物の枠を超えて)	温湿度等のインジケータの開発と流通中の食品の品質保証の確立				食に対する安全志向が高まる中で食品の鮮度保持のための手法としてMA包装やガス置換包装などが注目される。それを支える技術として各種パリア性フィルムの開発や選択透過性フィルムなどをを使った緻密なMA包装設計などが実用化レベルに達する。

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

ここ数年の包装材料の出荷動向を見ると、出荷数量は減少傾向が続き、出荷金額は逆に増加傾向が続いている。これは、技術力をあまり必要としない低価格な材料は海外からの輸入が増え、国内ではより高機能な材料の生産にシフトしていることを示すものである。この傾向は今後も続くものと考えられ、その際、「高機能化」のキーワードは「軽量化」、「易リサイクル」、「脱塩素」等と想定される。さらに包装容器自体のコストは高くなるため、その分、流通コストや廃棄処理コストなどを含めてトータルでコストや環境負荷に対応する必要がある。

また包装材料に求められる最も重要な機能は内容食品の保護であり、酸素や水蒸気などに対するパリア性が基本となる。さらに、近年では新しく、MA包装や水分調整、ガス発生、ガス吸着機能などを付与した包材(アクティブパッケージング)に加えて、ICタグ(RFID)などを組み込んだパッケージ、温度・熱履歴・ガス濃度等のインジケータを搭載したパッケージなどが開発されている。この中で、鮮度保持や日持ち向上に加えて、さらに消費者の安全志向を加味すれば、肉や魚、加工食品用にはパリア性包材の開発とガス置換包装が重要であり、青果物や発酵食品など、ガス発生のある食品に対しては各種MA包装資材の開発と緻密な包装設計が必要となる。このようなコスト、環境、機能への対応、さらには実需者の利便性(パリアフリー)全体をも考慮した技術開発の推進母体として、業界・学際連携の検討委員会設置を想定した。

我が国の食品産業が世界に先駆けて高グリーン化を達成していくには

一般社会(消費者)

- 食の環境・資源問題を正しく理解
- 適確な取組を行なうことが定着
- 家庭における環境負荷の最小化
- グリーン商品購入



消費者への正しいメッセージ

- 食資源の海外依存の大きさ
- 食品ロスの大きさ
- 家庭内の資源・環境問題の重要性
- 環境負荷の正しい理解
(環境負荷の評価指標としてLCAを活用)

消費者意識の現状

一般社会の食品企業への期待は、商品の安心・安全、そしてより安価な商品の安定的供給が大きく、食品の環境負荷への関心は薄く、家庭での食の環境負荷への関心も薄い

あるべき姿



行政・学界などがメディア等を通して、啓発活動
(社会的に信頼され、影響力のある人からの発信が効果的)

＜持続可能性のために一歩一歩の前進を！＞

食の領域からも適確な取組を

食品産業の特質

- 食品業界は、消費者主導
- 食品産業は裾野が広く、一部の大手企業だけで、業界全体を引っ張れない
- 食品産業から直接排出されるCO2量は産業界において相対的に低い
- 食の環境・資源問題の改善への取組推進には、社会の仕組み・制度(法規制含め)等の整備では対応が難しく、一般社会(消費者)の意識改革・心がけに拠る所が大きい

食品産業

- 生産～流通の環境負荷最小化
- 食資源の安定的確保への取組強化
- グリーン商品の積極的開発
- グローバル展開への主導性発揮



全産業的な取組

- ライフサイクル全体(原材料から製造、流通、消費、廃棄)で、環境負荷の小さい商品を開発
- CO2排出係数DB整備、公表、活用

企業経営意識の現状

食品企業の経営における重要課題は、商品の安全・安心の確保、コストであり、環境・資源問題は必ずしも、喫緊の課題になっていない

12. 食品産業技術ロードマップ各論: 社会的要請領域 ④

—国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、食農連携への対応—

専門部会委員 (五十音順、敬称略 *まとめ役)

北村 義明*	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 微生物利用研究領域長
高野 克己	東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科食料資源理化学研究室 教授
宮尾 茂雄	東京家政大学食品加工学研究室 教授
室町 秀夫	キリン協和フーズ(株) 営業本部マネジャー

〈基本方針〉

食料自給率の向上への重要課題の一つとして、地域の活性化を通じた「農業再生」が挙げられており、食料産業クラスター等を活用した地域の農商工連携による国産農畜水産物の利活用増進が鍵となる。本専門部会ではこの動きを支える基盤となる食品産業技術の中から、ロードマップ課題として、大きく以下の二テーマを取り上げ、検討した：

- 1)米の需要の拡大を目的とした「米粉に関する技術開発」
- 2)地域での農水畜産物の加工に関連する「伝統加工技術の体系化とその新しい利用」

本ロードマップの時間軸を考慮すると、今後の5年間の米粉利用の大半は小麦粉代替用途と見なされる。米粉の飛躍的な需要拡大を期すなら、小麦粉に競合出来るコストダウンが必須となる一方で、そのコストダウンには生産拡大による固定費割合縮減がキーファクターとなる。また、今後の新規需要開拓には、米粉の特性を生かした新商品開発が求められるとともに、米粉の「もっちり感」等の特徴が広く消費者に受け入れられるようなマーケティングが重要となる。これには、消費者参加型の普及促進活動の展開が欠かせない。

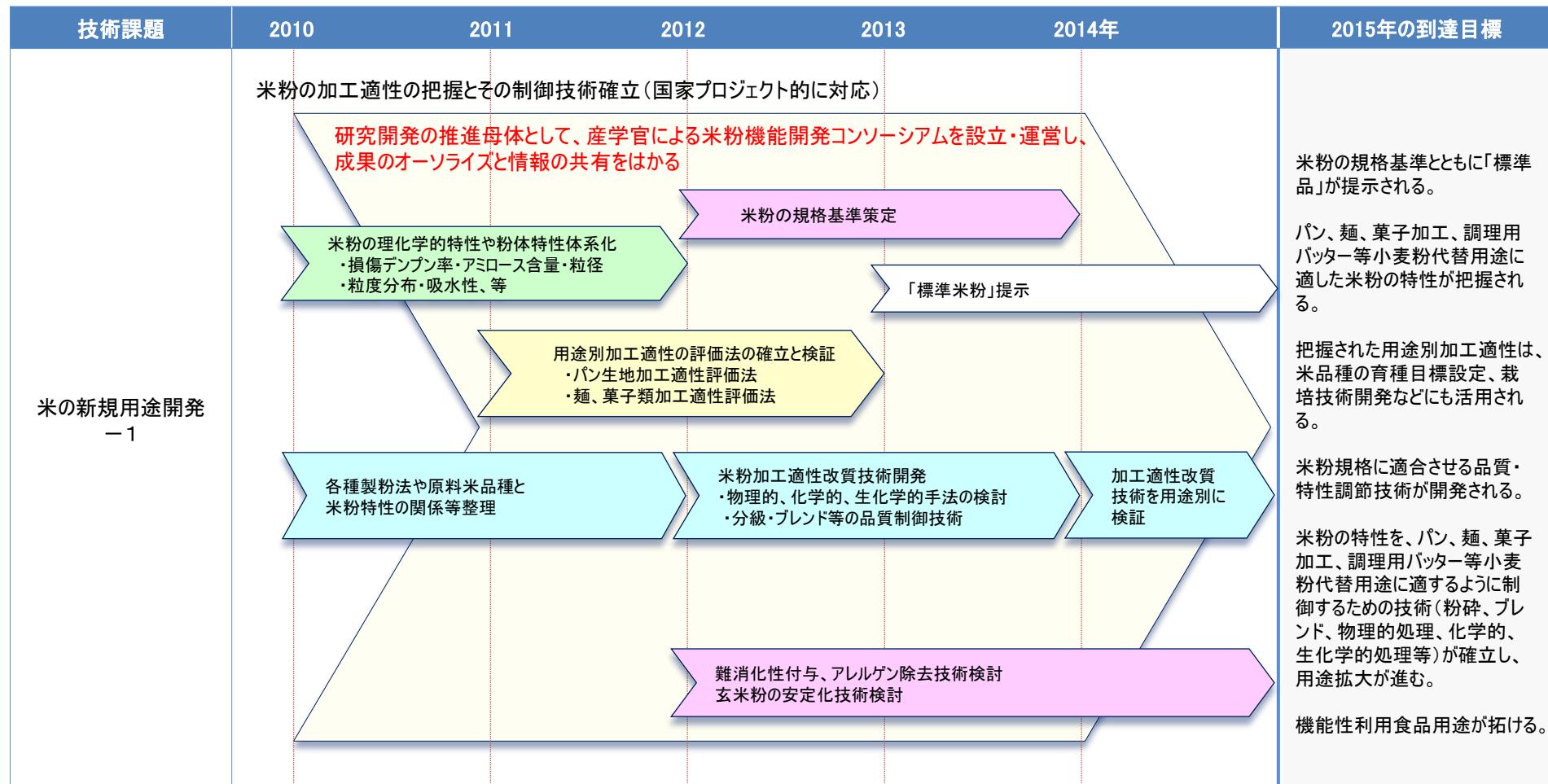
また、将来にわたり、消費者が米粉に求める幅広い嗜好に対応していくためには、米粉の用途別加工適性の把握とその制御技術が必要となる。これには一定品質の米粉の安定供給が必要であり、その基盤として米粉の規格基準の策定が必須となる。どのような米粉を製造すればよいかが明らかになって初めて、原料米の特性を含めた米粉の高品質製造技術の開発方向が明確となり、その低コスト化に向けた技術開発方向も明らかになると考えられる。本ロードマップ策定においては、研究開発とマーケティングの全体像をこのような形で想定し、また、その実現に向けては業際・学際連携による国家プロジェクト的な推進母体形成を前提にした。種々の条件を考慮に入れ、5年後の到達目標として、市場規模を年間20万トン、その際の製造コストを、現物弁済米と同程度の価格での原料供給を前提として、130円/Kg(原料米:80円、歩留まり:90%、製粉コスト:40円強(小麦製粉並)と計算)と設定したが、当該目標達成のためには、需要の大半を占める小麦粉代替用途を考慮に入れた加工適性制御と高いコストパフォーマンスの実現がその鍵を握ることになる。

伝統的加工技術の体系化に関しては、日本伝統食品研究会を中心に、加工技術情報の収集、継承活動が続けられている。しかしながら、多くの伝統食品製造の中に組み込まれている発酵プロセスに関与する有用微生物の特性把握などは未だ極めて不十分な状態にあり、これまで経験的に伝えられていた乳酸菌や酵母などに関する情報を、体系的にデータベース(DB)化し、管理・蓄積していくことは、伝統加工技術の確実な継承と近代的活用に貢献するだけでなく、これら微生物のポテンシャルを最大限に生かした新しい利用法(例えば、スター利用)の開発にも役立っていくことになる。さらに、ここでは有用微生物利用技術の新しい展開策として、「乳酸菌処理野菜」の開発・普及を提案したい。概念的には、野菜類、特に地域特産野菜を乳酸菌によって発酵させ、保存性を高めた食品素材であり、調理加工用途が想定される。漬け物離れの原因となった若年層の嗜好性に配慮しながら新需要を喚起していくために、技術的には酸の生成が少なく、高保存性をもたらす菌株の選択が鍵となる。漬物産業の衰退を食い止め、隆盛を取り戻していくためにも、産学官連携をベースに、業界・地域あげての取組に期待したい。

社会的要請領域④における技術マップ 一国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、食品産業と国内農業との連携への対応一

テーマ名	テーマの内容	効果・市場へのインパクト	るべき姿との関連性			産業競争力・新産業創生力				
			食品価値判断力向上	日本型食生活へ回帰	省エネ・省資源・持続性	市場規模	付加価値	機能向上	波及効果	知的財産
米の新規用途開拓	米粉の用途別加工適性の把握とその制御技術確立	製パン、製麺など用途別加工適性の提示	米粉市場の飛躍的拡大(5年後20万トン市場目標) ①規格基準の策定 ②品質標準化と高品質化 ③コストダウン(目標価格:130円/kg) ④新商品開発	○	◎		◎	◎	◎	◎
	米粉の低コスト・高品質製造法開発	製造コスト(固定費)を抑えた微粉碎プロセスの開発		○	◎	○	◎	○	○	○
	米粉の特性を生かした新商品開発	新商品開発とマーケティング		○	◎		◎	◎	○	○
伝統加工技術の体系化と近代的活用	伝統加工技術の体系化	有用微生物のデータベース化	伝統食品技術の見直し ①微生物利用技術の整理進展 ②近代的活用で加工食品の品質向上 ③「発酵野菜」の普及で漬物業界の活性化	○	◎					◎
	伝統加工技術の近代的活用	有用微生物のスター利用		○	◎		◎	○	◎	○
	地域農産物の高度利用	新タイプ「発酵野菜」の開発普及		○	◎		◎	◎	○	○

社会的要請領域④=国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、食品産業と国内農業との連携への対応 その1



〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

米の新規需要開拓としての米粉開発は未だ黎明期にあり、米粉メーカーを軸にして、米粉パンへの需要拡大に対応した品質向上と安定供給への体制が整備されてきてはいるものの、現物弁済米を原料とした低成本供給にも限界が見られる状況である。今後、年間数十万トン規模の需要を伴う発展期を誘導していくためには、①低価格の原料米供給を前提としつつ、②米粉加工適性を的確に判断するための特性基準を明らかにするとともに、その制御ノウハウを確立していくことが重要である。そして、その一方で、③生産コストの低減をもたらす新プロセスの開発が強く求められることになるが、ここでは、コストダウンを検討する業界・学際コンソーシアムの設立・運営を前提に、国家プロジェクト的な取組を想定したロードマップフローを提起した。④米粉の用途開発については、小麦粉の消費量が多い製パン用途、特にナショナルブランド食パンへの利用を主軸としつつも、新たな消費者ニーズを喚起していくために、米粉特有の食感等を生かした新しい米粉利用食品の開発が切望されている。そのためには、消費者の購買動機を刺激していくための、官民一体となったキャンペーンの実施が求められ、ここでは、消費者とフードチェーンとのコミュニケーションによる商品企画を進めるなど新たな取組についても課題解決策を提起した。

この他、米粉加工適性改良へのアプローチとして粉質変異種の育種・栽培があげられるが、この長期的な課題に対しては食品産業技術の枠を超えることもあり、期待や注文を引き出していくレベルに留めた。

社会的要請領域④=国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、食品産業と国内農業との連携への対応 その2

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
米の新規用途開発 -2	米粉の低コスト・高品質製造法開発(国家プロジェクト的に対応) 米粉のコストダウンを検討する業際・学際「コンソーシアム」設立・運営	既存技術の解析 製粉技術開発目標の策定	既存プロセスの改良(低損傷で高品質・微細製粉が可能な乾式低コスト製粉を目指す) 既存プロセス改良によるパイロットケール試験 低成本生産プロセスの確立と公開	低成本・高品質製粉を可能とする新規装置・システムの開発 ①高生産性・省プロセス・多様原料対応 ②低損傷・粒度制御、等 新規技術のラボスケール試験		既存技術の改良による低成本、高品質製粉のモデルシステムが開発され、モデル事業による試験生産が始まる。 低成本、高品質製粉製造の新規な基本的技術が開発され、試験機によるラボスケールでの実験で実用化の目処が立つ。
	米粉の特性を生かした新商品開発 米粉消費促進運動の推進母体として、「消費者・フードチェーンコンソーシアム」の拡充	米粉消費促進キャンペーン(官民一体化) 米粉製品の嗜好調査 ・嗜好性評価技術開発 ・客観的官能評価技術開発 新規応用へのアイデア募集 海外の米粉食品の紹介と日本人嗜好への適合化	消費者とメーカーの連携による、新商品企画と試作、製品化 (脳機能測定利用による嗜好性・官能評価の客観的評価技術の開発.....) 新規応用へのアイデア募集 海外の米粉食の国内での普及		新潟県の「R-10計画」にならった全国レベルでの取組や「米粉倶楽部:FOOD ACTION NIPPON」などが拡充・連携強化される中で、米粉の利活用が国民運動として定着。また、米粉の特徴である「もちり感」を生かした製品が一定の市場を確立する。 寿司・ラーメン等と同様に、新たな「米粉食」が日本の食文化として、国際的にも認知されるようになる。	

社会的要請領域④=国産農畜産物の利活用増進、自給率向上、地域活性化、食品産業と国内農業との連携への対応 その3

技術課題	2010	2011	2012	2013	2014年	2015年の到達目標
伝統加工技術の体系化とその応用	<p>伝統加工技術の体系化(有用微生物の特性・機能DB構築)</p> <pre> graph TD A[有用微生物の特性・機能DB構築協議会(産学官の事業推進コンソーシアム)] --> B[方法・役割等確認] B --> C[伝統的発酵食品の情報収集・整理] C --> D[DB構築・完成・公開] D --> E[DBの基本設計] E --> F[有用微生物の分離・機能性の解明] </pre> <p>伝統加工技術の近代的活用(有用微生物のスター利用)</p> <pre> graph TD G[伝統的発酵食品の情報収集・整理] --> H[DB情報を活用した発酵試験・製品試作] H --> I[スターを用いた発酵製造技術の近代化] I --> J[スターを用いた新規食品開発(風味付与、健康維持機能付与食品等)] </pre> <p>地域農産物の高度利用(乳酸菌処理野菜の開発普及)</p> <pre> graph TD K[乳酸菌処理野菜開発普及協議会(農商工連携による地域特産型製品開発とマーケティング戦略)] --> L[開発コンセプト確認(国内外調査)] L --> M[試作(コンセプトの検証)] M --> N[用途開発とマーケティング] N --> O[乳酸菌処理野菜に適した乳酸菌の選択(有用微生物DB構築と併行)] O --> P[製造技術の確立(順次、製品化)] </pre> <p>発酵食品製造工程管理技術の高度化(HACCP、SO22000、ISO9000またはこれらに代わる衛生・品質管理技術)</p> <pre> graph TD Q[食品衛生・品質の向上を目指した製造工程管理実践シミュレーション教育システム開発] </pre>					

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

近年、全国各地の伝統食品に対する取組が活発化しつつあり、その理由として日本型食生活の見直しや、インターネット通販による新たな顧客開拓があげられている。地域活性化の力の鍵を握る伝統食品のさらなる発展には、現代の消費者嗜好とのマッチングを意識した加工法の近代化を進めるとともに、生産、加工、販売の連携(農商工連携)による効率的なマーケティングが求められる。伝統的加工技術の体系化に関しては、日本伝統食品研究会を中心に、収集・継承活動が続けられているが、その一方で、伝統食品の多くに施されている発酵プロセスに関与する有用微生物の機能特性や利用法のデータベース(DB)化(情報の管理、蓄積)については未だ不十分な状態にある。ここでは今後の地域特産物などの商品開発に資するため、応用範囲が広く、耐酸性、耐塩性に優れた、いわゆる“植物性乳酸菌”に着目して、それらのDB化を取り上げる。得られた情報は、各種伝統加工技術の近代的活用に貢献する一方で、例えば、乳酸菌スターを利用した米粉添加パンのバラエティー化など、新たな商品開発に結びついていくことも期待される。

さらに、有用微生物利用技術の新しい展開策として、「乳酸菌処理野菜」の開発・普及を提案したい。概念的には、野菜類を乳酸菌によって発酵させ、保存性を高めた食品素材であり、調理加工用途が想定される。目を世界に向けるとザウエルクラウト、キムチ、泡菜などが例示され、また、我が国の高菜漬やすんき漬の炒飯や麺類への具材・トッピング利用のイメージとも重なる。食料産業クラスターなど農商工連携によるモデル事業としてスタートし、製造技術確立をはかりながら、用途開発とマーケティングを積み上げるものとする。将来的に、健康増進型伝統野菜の利活用促進や、可食であるにも拘わらず廃棄されている農作物の有効利用につながれば、地域の活性化や食料自給率の向上にも貢献しよう。若者の嗜好を考慮し、新需要を喚起していくために、技術的には酸の生成が少なく、高保存性をもたらす菌株の選択が鍵となる。また、全国展開に際し、漬物産業は地方の小規模経営が大半であり、生産管理と衛生管理手法(HACCP、ISO22000、ISO9000またはこれらに代わる衛生・品質管理技術)をも含めた包括的な技術指導が必要となろう。漬物産業の衰退を食い止め、隆盛を取り戻していくためにも業界・地域あげての取組に期待したい。

13. 食品産業技術ロードマップ各論: 社会的要請領域 ⑤

－生産性向上－

専門部会委員 (五十音順、敬称略 *まとめ役)

秋山 美展 秋田県立大学生物資源科学部応用生物科学科食品科学研究室 教授

五十部誠一郎* (独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 食品工学研究領域長

柏木 豊 東京農業大学応用生物科学部醸造科学科 教授

近藤 芳輝 缶詰技術研究会

杉山 滋 (独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品工学研究領域ナノバイオ工学ユニット長

星 昌和 (株)マルハニチロ食品 商品技術開発部長

＜基本方針＞

食品製造業や流通業、外食産業など、食品産業分野での最終消費額は平成7年の約82兆円をピークに低下の一途をたどっており、新たな国内消費を促しながら生産性を向上し、輸出を含めた国際競争力の強化が求められている。一方、農林漁業者による6次産業化への動きが、農産加工品市場を活性化し、農産物の機能性研究の進展と相まって、高付加価値化された新しい市場創出の機運が高まってきた。さらに超高齢者社会に突入している我が国においては高齢者ニーズへの対応が急務であり、これが大きなビジネスチャンスにつながる可能性がある。

このような状況を鑑み、本技術ロードマップ策定においては、食品産業全体として取り上げるべき緊急かつ重要な課題である「生産性向上」について、5年後の“るべき姿”を想定した上で、その実現に向け必要性の高い技術課題を抽出し、解決プロセスを行程表化した。国内的に達成される生産性向上や高付加価値化が海外展開への原動力になるとの認識を強めながら、新技術開発、商品開発力強化や生産管理のIT化、さらに国際市場の変化への対応をも加えて、下記の6分野について議論した：

- 1) 6次産業化を目指す農林漁業者や地域の中小事業者の商品開発力・技術開発力強化
- 2) 生産管理システムのIT化による食品製造業の体質強化と競争力アップ
- 3) 品質管理の向上のための技術開発
- 4) 伝統加工技術の新活用
- 5) 発酵・醸造微生物を活用した新技術開発
- 6) 海外市場の変化への対応

1)では、農林漁業者による6次産業化を含めて、農業と食品産業が連携して高付加価値商品を開発していくための支援システム提案が中心課題である。2)では、製造に関するデータの集積が十分なされておらず、今後見込まれる熟練技術者の減少などへの対応を意識しながら、生産管理システムのIT化について提案した。3)では、先端技術により、非接触・非破壊での品質評価や高精度制御の加工技術など、高品質で、かつ高効率の生産システムを実現できる技術の開発が目的である。モニタリングなどによる品質管理システムは、生産管理システムとの連動も視野に入れて提案した。続いて4)では、海外展開の主要品目としても注目されている味噌、醤油、清酒などの日本型食品の伝統発酵・醸造技術においては高品質・高効率を確保していくために、酒・食連携の基盤的研究開発の必要性を提言した。5)では、代謝工学とゲノム情報を活用した発酵生産技術や未知遺伝子機能の解析とその利用に関してロードマップ化した。さらに、6)では、輸入農産物の一部国内生産化検討、発酵・醸造技術の海外展開、フードナノテク技術開発などを通じて、国際市場の変化への対応をイメージした。

先端的な技術課題については、大学や独立行政法人などにおける基盤的研究から始まり、公設の試験研究機関を主とする産学官一体化した実用化のための事業展開へと進んでいくと予想される。その流れの中で、例えば、フードナノテクなどでは社会的受容性を得ていくことが必須であり、技術情報公開の重要性が指摘される。また、生産管理のIT化などを中小事業者への普及を意図する場合は、特にシルバー世代の熟練者ノウハウなども活用しながら、実効性を高めていく配慮が求められよう。

社会的要請領域⑤における技術マップ 一生産性向上

テーマ名	テーマの内容	効果・市場へのインパクト	るべき姿との関連性			産業競争力・新産業創生力			
			食品価値判断力向上	日本型食生活へ回帰	省エネ・省資源・持続性	市場規模	付加価値	波及効果	知的財産
6次産業化を目指す農林漁業者や地域の中小食品企業への技術開発・商品開発の強化支援	商品開発力、技術開発力強化への支援体制の整備	地域の食関連資源が全国ネットの支援体制によって高付加価値化される		○	○	○	◎	◎	
生産管理システムのIT化による食品製造業の体质強化と競争力アップ	ITを活用した生産管理システムの構築	生産管理システムのIT化で、中小企業の食品の安全に関する信頼性、トレーサビリティ能力が飛躍的に向上			○	◎	◎	◎	○
品質管理の向上のための技術開発	品質を損なわない原料の前処理、熱劣化抑制型加工技術の活用	6次産業化関連実需者を含む高品質1次加工品及び高付加価値化食品、流通システムの創出	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
	中小企業が活用できる、品質管理のためのモニタリング手法と検査手法	食品製造工程用センサーやモニタリングシステムによる品質管理能力の向上と製品品質向上への貢献	○		◎	○	◎	◎	◎
伝統加工技術の新活用	酒・食連携などによる伝統発酵・醸造食品製造プロセスの解明と新展開	伝統発酵食品製造の活性化と日本食文化の展開への貢献	◎	◎	○	○	◎	○	○
発酵・醸造微生物を活用した新技術開発	代謝工学とゲノム情報を活用した発酵生産技術や未知遺伝子機能の解析とその利用	醸造微生物を活用した物質生産技術や発酵食品の開発が加速され、食品バイオサイエンスの国際競争力が向上	○		◎	○	◎	◎	○
海外市場の変化への対応	輸入農産物の一部国内生産化検討、野菜工場システムの海外展開検討、フードナノテク技術開発などを通じての国際競争力強化	世界をリードする技術力の確保で、農産物の国内外生産、食品加工技術の海外展開の可能性が高まる。ナノフードの国際標準化にも即対応	○		○	◎	○	○	○

社会的要請領域⑤=生産性向上 その1

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
6次産業化を目指す農林漁業者や地域の中小メーカーへの商品開発力、技術開発力の強化支援	<p>商品開発力、技術開発力強化への支援体制の整備(全国的ネットワークの整備)</p> <p>① 6次産業化を目指す農林漁業者への総合的なサポートシステムの構築</p> <p>新たに「6次産業化プランナー」を配置し、商品開発、販路開拓、交流会、技術研修会等の取組支援を展開</p> <p>② 地域食品メーカーの商品開発基盤強化をサポートする支援システムの充実</p> <p>農林水産省事業「6次産業推進中央支援」などにより、6次産業化をサポートする人材の継続的育成とその活用</p> <p>③ 地域食品メーカーの技術開発基盤強化をサポートする支援システムの充実</p> <p>農林水産省委託事業「地域産学連携支援委託」などの展開による技術開発力強化</p> <p>④ 全国的な支援情報のデータベース化と技術を核にした関係機関等の連携促進</p> <p>現行支援システムの運用や成果に関わる情報の一元的管理とデータベース化</p> <p>⑤ 他省庁や民間活力も包含した国家レベルでの情報ネットワーク構築と支援人材の強化</p> <p>新たな支援機能や仕組み設計の可能性検討</p> <p>各セクターにおけるネットワーク内の役割の明確化</p> <p>支援人材の強化に向けた教育プログラムの検討と実施(キャリア・アップ制度の連動性確保)、人材配置</p>					<p>農林漁業者による食品ビジネスへの参入が加速される。</p> <p>地域の特性を生かした商品開発が進む。</p> <p>地域の特性を生かした新技術開発が進む。</p> <p>公的なサポートシステムが有機的に結合され、支援成果が飛躍的に向上する。</p> <p>全国的なネットワークシステム整備と中核セクターの設置により、支援体制強化がはかられる。戦略遂行に向けた中核人材が強化される。</p>

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

超高齢社会における新たな消費者ニーズに対応し、これを食品産業の大きなビジネスチャンスとしていくためには、従来に比べ、より多様で深化された技術開発力や商品開発力が必要となる。そこにおいては安全・安心志向、健康志向がさらに高まる一方で、多ロット少量生産、個別対応型サービスなどが求められ、製品カタゴリー的にはより自然で高級感のある伝統食品などへのニーズが高揚する可能性が指摘されている。この社会的要請を、農産物の加工・販売などの6次産業化を目指す農林漁業者や地域の中小メーカーにとって、新たな成長の追い風としていかねばならない。しかしに、我が国の食品製造業の大半は中小企業であり、技術開発や商品開発において十分な開発資源を持ち合わせているとはいえない。従来は地方の公設試験研究機関などが、情報・技術支援を行ってきたが、公設試験研究機関をとおした支援体制は大半が年々縮小の方向にある。今後、6次産業化を含め、特に地方の中小食品企業の商品開発力や技術開発力、それに、販売力を維持・向上させていくためには、支援体制の強化が必須である。

これに対して、国レベルでのネットワーク構築や支援人材の配置を見ると、農林水産省における「6次産業化法」の施行に伴う「6次産業化プランナー」の配置や、従来の農商工等連携に関連する「食農連携コーディネーター」(社)食品需給研究センター事業」や、高度の技術開発支援システムとして、(社)農林水産先端技術産業振興センターが手掛ける「地域産学連携支援委託事業」も推進されている。また、食品産業の体制基盤強化に関連するものとして、農林水産省以外にも、「産学官連携コーディネーター(文部科学省)」、「新需要創出、地域資源、農商工等連携に係るプロジェクトマネージャー(経済産業省)」や「NEDOフェロー制度」などがある。さらに、各都道府県、大学、研究独法、公設試験場なども、支援人材の配置を目的とした連携セクションの設置やアドバイザーの配置などが見られる。

しかしながら、これら支援人材の配置や情報ネットワークについては、組織や事業、制度・施策単位に個別で構築されている場合も多く、相互横断的なシステムになっていないのが現状である。我が国の農林水産・食品産業分野における種々の状況変化に対応し、生産、製造、流通、小売・外食、消費のフードチェーンや技術・ITなど先進基盤等の情報を結びつける統括的なネットワークシステムとして「全国的ネットワーク」の整備が急務となる。また、グローバル経済の進展の中、国際的な戦略に基づくマクロ的な市場モニタリングとそれに対応した生産・製造・技術開発およびマーケット戦略の構築など、「全国的ネットワーク」には技術のみならず、JETROなどの連携によるマーケット戦略の視点も重要となる。さらに、当該ネットワークを効率的かつ効果的にランニングさせるには、既存の機関・組織の役割の明確化や民間活力の投入など、適正な人材配置に加え、現在、内閣府で検討が進む「キャリア・アップ制度」との連動性確保による支援人材の高度化も必要となる。

社会的要請領域⑤=生産性向上 その2

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標	
生産管理システムのIT化による食品製造業の体質強化と競争力アップ		<p>ITを活用した生産管理システムの構築</p> <p>食品企業、機器メーカー、ソフトウェア会社、関係研究機関等からなるIT化研究会を推進母体を想定 (特に食品製造業の現場を熟知した人材を登用)</p> <p>①個別システム展開(ホスティングシステム:既存生産管理パッケージを活用し早期立上げ)</p> <p>IT化講習会 IT研究会開催</p> <p>既存パッケージによるシステム試行</p> <p>専門チーム結成、現場ニーズの把握と整理</p> <p>既存パッケージの評価・改良</p> <p>改良パッケージによる実用展開</p> <p>生産管理(生産計画、工程管理、実績管理、在庫管理、原価管理)</p> <p>品質管理、レシピ管理(データベース)、販売管理などのシステムと結合</p> <p>ノウハウ移転</p> <p>②クラウドコンピューティングシステム構築</p> <p>(低コスト・汎用性・信頼性・効率化・将来性を狙う)</p> <p>基本方針作成</p> <p>システム設計/製作</p> <p>試験運用</p> <p>評価・改良</p> <p>専門チームによる既存クラウドインフラを活用した生産管理システム設計と製作</p> <p>モデル現場導入、評価・改良</p> <p>品質保証システム他のサブシステム製作</p> <p>SCMとのリンク設計</p> <p>シルバー世代を主とする熟練技術者のノウハウを活用し、IT化による業務改革を加速</p>					<p>生産管理システムの構築で、中小企業の食品の安全に関わる信頼性、トレーサビリティー能力が飛躍的に向上する。また、製品リードタイムの短縮、在庫の圧縮などで企業体質が強化される。</p> <p>既存あるいは新規作成のSCM(サプライチェーンマネジメント)とのリンクが容易になり、生産者→加工製造業→流通をつなぐ6次産業化の情報インフラとなる。</p> <p>食品製造工程での業種内のノウハウや管理体制パラメータの集約化が行える。熟練した技術者のコツなどの暗黙知のデータ化が進む。</p>

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

我が国の食品製造現場においては各工程で製品の姿が変わることもあるが、再利用することもあるなど柔軟な工程管理やきめ細かな仕様が要求される一方で、他の業界に比べ、中小企業が多く、「IT化による生産管理システム」の導入が大幅に遅れているのが現状である。IT化を遅らせている原因として、食品製造業に固有のニーズに十分応え満足できる生産管理パッケージが少なく、また中小企業オーナーがIT投資に消極的で、IT要員も少ないことなどがあげられている。このため食品メーカーは独自の製造ノウハウや、付加価値の高い製品を作る能力のデータベース化、ITを活用した品質、原価、トレーサビリティーなどの管理技術の向上への対応は必要かつ十分な状況ではない。

しかしながら、最近、様々なソフトウェアベンダーからそれぞれに特徴のある生産管理、レシピ管理、品質管理などが提案され始めており、これらのシステムを取捨選択し、良いところを組み合わせて、中小の食品製造業のニーズに合致したシステム構築への環境が整いつつある。本ロードマップでは、行政支援をもとに、食品企業、機器メーカー、ソフトウェア会社、関係研究機関等からなるIT化推進母体の形成を提案したい。そこでは、メーカーの個別利害を超えた専門家チームを組織し、IT研究会を立ち上げながらキックオフすることになる。そして、まず第1ステップとして既存のインフラ(ホスティングシステム)と既存の管理パッケージを活用し、試行と改良を繰りながら実用システムの早期立ち上げを図る。続く第2ステップとして、第1ステップで得られたノウハウを活用しながら、昨今、急速にインフラが整備されつつあるクラウドコンピューティングを活用した生産管理システムの構築を目指していくことも可能である。IT化の促進因子として、システム供給者と使用者の間で、費用対効果の許容範囲をはかりながら、Win-Winの関係に持ち込むことが肝要である。加えて、対象となる中小製造業のIT受け入れ準備体制が鍵であり、熟練技術者、技術士などシルバー世代が持つ各種ノウハウを活用しながら業務改善、業務改革を加速していくことも一案と考えられた。

食品製造業生産管理システムのIT化が普及し、中小企業が低成本で自由に使いこなせるようになれば、我が国の食の信頼性は高まり、トレーサビリティーが飛躍的に向上する。生産管理システムの横展開として、品質管理、販売管理などの経営管理に必要なシステムを構築し、サプライチェーンマネジメントシステムとのリンクを図れば、企業の体質は確実に強化され、ひいては国際競争力の向上にもつながることになる。

(補足: 国のIT戦略の一環として、クラウドコンピューティングの展開が計画されており、このデータセンターなどのインフラを活用し、低成本で、中小食品企業に適した生産管理システムが構築できる可能性あり)

社会的要請領域⑤=生産性向上 その3

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
品質管理の向上のための技術開発	<p>中小企業が活用できる、品質管理のためのモニタリング手法と検査手法－その1</p> <p>①品質管理のためのモニタリングシステムの導入 ：水分活性、pH、酸素濃度等の低成本・簡易モニタリングシステムの現場への導入</p> <p>1)現場で活用できる精度の高い水分活性モニタリング 高精度の低成本、簡便な装置の開発 水分状態の解析による水分活性値の予測手法の開発</p> <p>2)製造ラインへ適用可能なpHモニターとその規格化 工程環境への適用性検討 実食品での安定性、耐久性検討</p> <p>3)食品雰囲気や製造工程中の酸素濃度モニタリング 工程環境への分析装置の適用性検討と改善 分析可能条件拡大や低成本化</p> <p>②通電加熱処理を主体とする高精度温度制御手法による加熱工程の安定化とモニタリング 導入可能工程の検索、モデル化による加熱プロセスの検証 各製品に対応した高精度温度制御による安定的加熱システム(設定条件の確立とモニタリングデータの集積)</p> <p>③現場プロセスにおける加工履歴のモニタリングシステムの開発 温度履歴センサー等によるデータ収集や画像データなど非接触測定技術などのオンライン測定方法の開発 各製品の特徴的品質因子のモニタリングシステム モデルライン等での試行 生産管理・品質管理のためのデータの集積、ネットワーク化</p>				<p>現場での各管理因子が重要な食品での実証(モニタリング)とモニタリングによる工程管理の試行、集積したデータによる測定手法を工程条件の証明などに利用できる規格化への提案</p>	<p>現場での耐久性があり、低成本・簡便・迅速測定が可能なツールが開発され、工程管理の精度が高まる。</p>

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

日本の食品製造業は他の業界に比べ、中小企業が多く、「生産管理システム」の導入が大幅に遅れているため、ITを活用した生産管理システム構築の必要性を示したが(前頁参照)、さらに、中小食品事業者の製造現場で活用できるは安全な製造環境の確保、特に品質管理に関するモニタリングシステムの導入が必要である。

特に重要な課題として、現状の標準的な測定法では、加工工程でのモニタリングが困難である水分活性やpH、さらに酸素濃度などの重要管理因子においても、分析機器メーカーや食品企業、研究機関などの連携により現場へ導入可能なモニタリング手法の開発を目指す取組を提案する。具体的な因子として、ここでは、水分活性(微生物の挙動の把握に重要であり、かつ高い精度を要求する)、pH(ガラス電極での現場導入が困難な状態)、酸素濃度(過熱水蒸気処理などで要求があるが、高温状態での測定が困難となっている)について示した。さらに加熱工程においては温度制御性が非常に高い通電加熱熱に着目し、適用できる工程において、高精度温度制御システムの開発を期待する。また現場熟練者が目や舌、そして、肌などをとおして判断してきた製品品質評価ポイントをデジタル化する技術も必要とされており、これらについて、は各食品の主要な品質変動に関する因子を把握し、データの収集を行い、そのデータの解析によって品質を評価し、あるいは類推する手法を開発し、これらのシステムを組み込んだモニタリングシステムを構築することで、品質の安定化を図ることが可能となる、また生産工程での品質管理のためのモニタリングシステムによるデータは、IT手法を活用した生産管理システムへデータ提供されることを想定している。

社会的要請領域⑤=生産性向上 その4

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
品質管理の向上のための技術開発	<p>中小企業が活用できる、品質管理のためのモニタリング手法と検査手法－その2</p> <p>①テラヘルツ波などの光、電磁波を用いた食品検査法の開発</p> <p>②食品の電気伝導性、誘電特性などによる食品検査法の開発</p> <p>③蛍光指紋法などの各種情報の複合的解析による食品検査法の開発</p>	<p>品質管理システムに活用できる検査方法を提供する。</p> <p>具体的には、①有効な検知方法が見出せていない毛髪や包装材などの非金属異物の検知技術や、②迅速な工程での分析法が未確立の水分活性、さらに、③製造工程でのモニタリング(発酵状態、混合状態)などのモニタリングが可能となる。</p>				

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

品質管理の上からは、危害因子としての微生物的リスクや農薬・カビ毒のような化学的リスクに対する迅速な検出システムが必要とされ、本ロードマップにおいては、昨年度の食品安全領域(検討領域①)で有害微生物の迅速検出・同定・定量システムの構築が提案された。そして、本年度からその開発普及への研究推進母体が形成されて検討が開始されている。生産性向上や国際競争力強化の面からも、安定的な品質の食品を製造するシステムにおいて、品質の確認上の重要管理因子となる水分状態や品質の評価・モニタリング、さらに危害因子の簡便迅速検出手法などの技術が求められており、特に毛髪や包装材などの非金属異物などの検知技術の開発は長年の食品産業界での“夢”である。

これらの品質評価・モニタリング手法については、開発された手法を現場に効率的に導入することが重要な課題であり、この点については、生産管理・品質管理に活用できるモニタリングシステムとして提案した。ここでは、現在、注目されている光や電磁波、電気特性などを利用した新しい分析手法を食品の品質評価に適用するための基盤的な研究開発について提案する。これらの技術は食品産業全体に活用出来るものであり、また食品企業単独での取組みでは実現が難しく、大学等の研究機関、食品企業、分析機器メーカー、大学等の研究機関等からなる行政支援の研究会や技術研究組合などでの推進を期待したい。近赤外線分光スペクトルによる品質管理が食品分野に普及しているが、現在、関連機器や解析手法などの技術進展から、様々な新規分析手法が開発されている。特に現場での迅速な検出に対応可能な早い応答性から光、電磁波、電気情報を用いた検査法を提案している。

光から電波域となるテラヘルツ帯での水の挙動解析や農薬などの検出可能性も見出されており、また電気インピーダンスによるパン生地の発酵モニタリング、さらに多数の周波数での蛍光励起情報を解析すること(蛍光指紋法)でカビ毒などの検出が可能であることが報告されており、これらの技術を核に研究開発を進めることで、実用化システムに導入することが可能となる。

社会的要請領域⑤=生産性向上 その5

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
品質管理の向上のための技術開発	<p>品質を損なわない原料の前処理、熱劣化抑制型加工技術の活用</p> <p>①ナノバブル水、電解水等の環境保全型洗浄／除菌システムの応用(領域③参照)</p> <pre> graph LR A[現状の洗浄資材の評価法の開発] --> B[モデル系での性能評価と最適条件の検索] B --> C[熱処理などとの併用効果などのシステム化] C --> D[対象素材(農産物、水産物等)に応じた実用システムの検討] </pre> <p>②超微粉末化を含む粉碎手法による多様な粉末素材の応用</p> <pre> graph LR A[ナノサイズまでの各種の粉碎手法の開発とそれぞれの特性の評価、特性を利用した新素材の開発] --> B[高付加価値化が期待できる対象素材への実用システムの検討] </pre> <p>③過熱水蒸気処理などの加熱処理(生鮮物の表面殺菌、魚介・畜肉の高品質加熱殺菌処理)の応用</p> <pre> graph LR A[現状の把握と目的に応じた最適条件の設計] --> B[効率的な処理システムの検討(迅速冷却処理、連続処理)] B --> C[対象素材(農産物、水産物等)に応じた実用システムの検討] </pre> <p>④高圧処理の応用(中高圧レベル(数十MPa)の熱処理等との併用処理)</p> <pre> graph LR A[農産物の一次処理への応用技術の開発(脱殻、浸漬、軟化、殺菌)] --> B[発酵処理との併用による新規素材化の開発] B --> C[スケールアップ、効率向上などの実用化のための装置及びシステム開発] C --> D[対象素材(農産物、水産物等)に応じた実用システムの検討] </pre> <p>⑤発酵食品の低成本非加熱静菌技術</p> <pre> graph LR A[非加熱環境における醸造微生物の特性解明] --> B[非加熱による微生物抑制技術] B --> C[非加熱処理の複合による低成本静菌技術] </pre>					

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

国産農産物への消費者ニーズが高まる中、農産物を高品質な状態で消費者へ提供するための調製技術が求められており、カット野菜などの生鮮物においては、環境保全型除菌剤の利用が検討されたり、さらに蒸し野菜や過熱水蒸気処理で殺菌効果を増強し、熱処理で食感などを改善したものなどが出現している。さらに、米粉の用途開発への利用など、ジェットミルなどを用いた穀物などの超微細粉末化の技術開発が進んでいる。日本で開発された高圧を用いた食品調製についても比較的低成本での稼働が可能な実用化しやすい数十MPaレベルの中高圧での食品加工や発酵工程への利用が検討されている。

これらの新技術は、個別企業での取組が進んでいる中、汎用的な高品質加工技術として実用化していくためには、作用機序の解明、作用条件の安定化や最適条件、さらに実用システムの確立などが求められている。特に高圧加工技術については、世界で初めて食品加工へ適用された技術であり、その普及を妨げてきた高額の装置コストなどの課題も、圧力と他の操作を併用する新規技術の開発提案に加えて、単独圧力処理よりも低い圧力を用いることによるコスト低減を試みることにより、この先端技術の活用事例を増やし、国際競争力を有する高付加価値化技術として確立し、定着させていくことが重要である。その一つの併用処理での高付加価値化が発酵処理と高圧処理の併用処理であり、新規素材化や工程の安定化、工程の短縮化などが期待されている。特に発酵食品は流通段階での微生物生育によって、CO₂発生(湧き、ふくれ)や品質変化(乳酸発酵)対策で加熱処理、エタノール添加による静菌が行われているが、高圧処理による静菌処理への期待が大きい。既に生ハムなどの乳酸発酵抑制に、高圧処理による静菌効果が認められて導入されている他、耐圧性の高い酵母などの有用菌のスクリーニングなどによる最適菌株の選定により、圧力処理を施すことにより低成本での高品質な発酵処理が実現できる。

社会的要請領域⑤=生産性向上 その6

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
伝統加工技術の新活用	<p>酒・食連携などによる伝統発酵・醸造食品製造プロセスの解明と新展開</p> <p>①伝統発酵食品の品質解明と高付加価値化</p> <p>品質評価項目の設定 → 各種市販製品分析、評価 (高感度質量分析等の活用) → 分析値の解析と品質評価基準の提示、データベース化</p> <p>②伝統発酵食品の製造工程の解明と伝統プロセスを生かしたメカトロニクス・ロボティクス技術の開発</p> <p>製造工程 (原料処理、発酵、熟成) の解析 → 製造工程に適合した機械化技術の開発 → 伝統技術と機械化技術の融合実証</p> <p>③伝統発酵食品製造に関する微生物群の解明 (泡盛もろみ、黒酢、魚醤等)</p> <p>醸造もろみ等の微生物系解析技術開発 (次世代シーケンサー活用) → 醸造もろみ等における複合微生物系解明 → 微量微生物群機能の醸造への利用</p> <p>④共通テーマによる酒類醸造技術と食品醸造技術交流拡大: 6次産業化への発展</p> <p>麹菌・酵母・乳酸菌利用技術の共有、酒と食のマッチングの解明、香味改良、酒粕・焼酎粕の新用途開発、地域的特徴の認識などをとおして、酒類と食品の技術交流を拡大し、共同研究等への発展を促しながら、6次産業化推進の基礎を構築</p> <p>⑤醸造における麹菌等固体培養の再検討: 酵素等の発酵生産への応用</p> <p>固体培養における微生物の細胞生理の解明 → 粉体培地等における微生物挙動解明 → 発酵における粉体等固体培養技術開発</p>	<p>各種伝統発酵食品の品質基準が明らかになり、製造技術の継承が円滑化される。また、海外展開に備えた品質基準としても活用されるようになる。</p> <p>製造工程の安定化で、高品質化と高付加価値化がはかられる。</p> <p>醸造に関する微量微生物が複合的に機能解明され、品質向上に貢献する。</p> <p>酒類醸造技術と食品醸造技術の相互利用がはかられ、新規製品開発、6次産業化に貢献する。</p> <p>麹菌等の糸状菌を利用した新規の固体培養技術が開発され、酵素生産コストが大幅に低減される。</p>				

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

食品に対する安全・安心志向、健康志向がさらに高まる中、より自然感のある伝統食品へのニーズ拡大が見込まれ、6次産業化を目指す農林漁業者や地域の中小メーカーにとって大きな開発ターゲットとなっている。いわゆる伝統食品の大半は発酵・醸造食品であり、個性的な品質を提供しているが、その製造現場においては、製造を担う人々の高齢化、労働環境の整備が十分ではないこと、小規模生産による不採算性などから、次第に生産が縮小し廃業を余儀なくされていく懸念が指摘されている。

伝統発酵食品産業の維持発展のためには、製品の安全性確保とともに高品質化・高付加価値化に基づいた販路拡大が求められ、伝統手法の本質を変えることなく、IT・メカトロニクスの導入などプロセスの近代化を進めながらコストダウンをはかる必要が指摘されている。また、発酵・醸造プロセスに関与する微生物群の解析を進め、その機能を複合的に捉えながら活用をはかることで、伝統食品の発展形としての新しい製品コンセプトが打ち出される可能性がある。さらに、伝統加工技術解析に近代的手法を用いる一例として、醸造酒などの品質変動要因を、高感度質量分析をベースにした網羅的成分分析技術で捉え、センサーなどを用いながら、香味改良のための高精度発酵制御技術への発展の可能性があげられた。また、酒と食品とのマッチング(“相性”)の科学的解明も我が国の食文化を謳う上で重要な課題とされた。これら一連の課題対応には、できるだけ多くの参画者を得て、統合的に検討されながら、多面的に成果活用していくことが望ましい。また、伝統食品製造業における利益向上のためには、製品の地域的特性を十分に認識し、微生物検出技術、品質管理技術も含めて(独)酒類総合研究所や地域試験研究機関、さらに、機械メーカー等との情報交換とそれに続く連携・協働が不可欠であり、ここでは、強力な行政支援を得ながら、産学官連携や酒・食連携研究の取組推進母体の形成を想定した。多様な製品カテゴリーが対象となるが、幾つかの代表例をあげながら成果を出していくことで、ゆくゆくは伝統食品全体への波及をもたらすものと考えられる。

社会的要請領域⑤=生産性向上 その7

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
発酵・醸造微生物を活用した新技術開発	<p>①醸造微生物が產生する酵素、細胞外多糖等の機能解明とその利用</p> <p>高活性酵素、新規菌体外多糖等の探索</p> <p>酵素、多糖等の新機能解明と生産技術の開発</p> <p>酵素・多糖等の利用技術開発</p> <p>②代謝工学とゲノム情報を活用した発酵生産技術</p> <p>食品発酵微生物(乳酸菌、酢酸菌、枯草菌、酵母等)の機能、ゲノム情報および代謝産物の解明</p> <p>メタボローム解析に基づく変異株の選択手法確立</p> <p>代謝変異株の作出と物質生産技術への応用</p> <p>③醸造微生物の未知遺伝子機能の解析とその利用</p> <p>実用菌株におけるゲノム解析とゲノム情報の蓄積・未知遺伝子の機能の解明ならびに情報公開</p> <p>遺伝子発現制御、遺伝子機能の活用による新たな発酵技術</p> <p>④遺伝子組換えによる醸造微生物育種技術の開発</p> <p>セルフクローニング技術など変異導入技術の開発</p> <p>遺伝子組換えによる高機能菌株の育種</p> <p>育種株の実用性の検証</p> <p>相補的に展開</p>					<p>醸造微生物由来の酵素(ペプチダーゼ等)、乳酸菌多糖等を利用した機能性食品素材が開発される。</p> <p>ゲノム情報、メタボローム情報を活用した効率的な代謝工学技術の確立。</p> <p>ゲノム情報に含まれる機能未知遺伝子の産業的活用が始まる。</p> <p>醸造微生物における遺伝子重複、セルフクローニングなどの非組換え技術による高機能微生物の育種が実用化される。</p>

〈課題抽出の理由、背景説明、波及効果など〉

バイオテクノロジーは食品産業が今後、長期に亘って生産性を高め、国際競争力を強化していくために求められる新技術開発の大きな切り口の一つである。発酵産業において我が国が世界をリードしている微生物酵素に加えて、多くの生理機能性が期待される乳酸菌等の菌体外多糖についても探索を開始し、免疫賦活に代表される生理機能性を解明しながら生産技術を確立していく。超高齢社会における新たな食品素材としてのボンシャルは大きく、ヘルスケア食品などへの用途開発が期待される。

また、従来から、微生物の生化学研究に裏付けられた代謝工学により発酵生産株が実用化されてきたが、今後の新展開として、乳酸菌実用菌株、酢酸菌、コリネ型細菌等のゲノム情報およびメタボローム情報を代謝工学に活用すれば、より迅速な変異株の取得と物質生産への発展が見込める。近年、韓国、中国、シンガポール等アジア諸国でのゲノム解析研究やバイオテクノロジー研究が高度化し、先端分野では日本の技術レベルに比肩しつつある。アジア諸国を含め世界をリードしていくには、ゲノム解析を中心とした生物科学研究をさらに推進し、産業微生物に広く適用していくことが求められ、実用菌株を用いた研究より得られた新規遺伝子の活用は、醸造微生物の産業利用への展開に欠かせない。そのためには、これまでの遺伝子組換え技術とは異なり、外来遺伝子導入によらない微生物育種技術を開発し、物質生産性の高い実用菌株を育種していくことが必要である。これには、セルフクローニング技術等、食品微生物の新たな育種技術の開発が必須となろう。

尚、従来から広く研究されてきた食品用途の遺伝子組換え酵素については、社会的受容性(パブリックアクセプタンス)や許認可の問題があるものの、技術的には既に実用生産に対応できるレベルにあるものと捉え、ここではロードマップ課題とはしなかった。

社会的要請領域⑤=生産性向上 その8

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
<p>海外市場の変化への対応</p> <p>1. 発酵技術の展開</p> <p>2. 輸入に頼る食品原料への対応</p> <p>3. 高付加価値野菜などとセットにした植物工場技術の輸出</p> <p>4. 高鮮度保持輸送システム</p>	<p>①発酵技術の海外展開による国際競争力強化を支援するシステムの構築</p> <p>バイオテクノロジーを活用した海外発酵食品の成分、微生物、発酵工程の解明(サワーヨーグルト、キムチ、サワードウ等)</p> <p>発酵技術の海外食品への適応、海外発酵食品の製造管理への応用による海外貢献・海外展開</p> <p>②輸入農産物素材の国内生産システムの構築</p> <p>輸入農産物素材の国内生産可能性の検索、基礎検討</p> <p>植物工場等での予備試験</p> <p>農産物素材製造システムのモデル実証化(植物工場での栽培システム、栽培時からの農産物由来の素材化と食品素材としての評価)</p> <p>③高付加価値野菜などとセットにした植物工場技術の輸出</p> <p>環境保全型の消毒資材(電解水等)、膜処理での溶液循環システムなどのシステム化</p> <p>栽培環境の積極的制御による農産物の収益制向上技術(対象国の検討も含む)</p> <p>機能性成分の増強を含む高付加価値化のための最適栽培法などの活用(領域②参照)</p> <p>④高鮮度保持の包装・輸送システムの確立と活用(領域⑤のコールドチェーン及び包装技術関連参照)</p>	<p>日本発の発酵食品技術による海外への貢献。</p> <p>日本型食品を含めた食品に必須となる調理料となる香辛料などの農産物資材の安定生産供給システムの開発、(原産地への配慮と世界的な植物資源の活用技術の提案)。</p> <p>日本技術(電解水、精密農業、植物工場)のパッケージ、コスト低減につながる気候帯などへの輸出、日本企業の進出のパートとしての活用。</p> <p>日本の高品質食品・果実の輸出促進。</p>				

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

我が国の食品産業の一部は既に、東アジアを中心に海外展開しており、農水省をはじめとする行政部署でもその支援政策を進めている。国際競争力強化への技術対応としては、日本の高品質の食品製造システム、特に伝統発酵食品に見られる発酵技術が有用であり、海外食材を活用した新規素材の開発や海外マーケットへの展開が期待できる。その一方で、アジア諸国において製造されているサワーヨーグルト、キムチ、サワードウの発酵食品について、我が国の発酵・醸造技術を用いてその品質や栄養価の向上等に資することができれば、大きな国際貢献であり、我が国の存在感を高めながら、国際競争力強化の基礎を構成することになる。

他方、量的には少ないが、固有な食品製造に不可欠な農産物、あるいはハーブなどの需要のある農産物の一部は国内で生産できない気候帯のものや国内で季節的に提供が限定されている。これらの農産物は輸入されており、コストは通常の農産物よりも価格が高く、また使用することが必須である食品も多く、安定的な調達が求められる。そのため、現在、国内で自動化やコスト改善、さらに光選択による有効成分の生成制御などの技術的な検討やシステムの適用拡大の検討が進んでいる植物工場の技術を活用して、輸入農産物の国内生産システムの構築が期待できる。この技術は生物多様性の観点から原産地との間で十分な協議が不可欠であるが、開発された技術は世界的な植物資源の活用技術として提案できる。またこれらの植物工場の技術は海外へ輸出することで我が国の関連企業の活性化が期待される他、日本企業の海外進出の際のパートとしても活用できる。なお、技術の海外移転については知財の保護が必須であり、企業への進出のための必要な措置などの助言、相手国との調整を含めてさらなる行政支援が重要である。

社会的要請領域⑤=生産性向上 その9

技術課題	2011	2012	2013	2014	2015年	2016年の到達目標
海外市場の変化への対応 5. 食品ナノテク	<p>ナノスケール食品素材の開発と応用 ＜食品ナノテク技術の開発普及、評価手法の確立及び標準化のための研究推進母体を設置＞</p> <p>①超微粒子化食品素材の開発と応用 超微粒子食品素材の開発(粒径<100 nm) → ナノ食品素材の用途開発:新しい食感・食味・機能の付与 ナノスケール化による未利用食資源の有効利用技術の開発</p> <p>②ナノスケール化による消化管吸収性の制御 ナノスケール食品素材の粒径と吸収性の関連を解明 → 消化吸収性を制御した食品素材の開発</p> <p>③食品加工へのナノスケールの評価技術等の適用による品質管理と高付加価値化 SPM、SEM、TEM、TERS等の先端ナノスケール測定・解析手法を応用し、食材・食品の高付加価値化を進める</p> <p>④安全性の検証 ナノスケール化された超微細化食品素材の安全性の検証</p> <p>⑤ナノマテリアルの検出技術の開発 食品中のナノマテリアル(非分解性の金属系、シリカ等)を対象とした検出技術の確立</p> <p>⑥食品ナノテクノロジーの社会的受容の推進 ナノスケール食品開発や安全性関連情報を一般公開しながら、社会的受容を高めていく努力の継続</p>					<p>ナノスケール食品の評価手法策定と標準化を推進。</p> <p>ナノスケール食品素材が開発され、新たな食感、食味、機能性等を有する食品登場。</p> <p>食品素材のナノスケール化で吸収制御が可能となる。</p> <p>ナノスケール品質管理で、製品改良や高付加価値化がはかられる。</p> <p>ナノスケール食品素材の安全性検証が進む。</p> <p>食品中のナノマテリアル(非分解性のもの)の含有量・形状等の検出技術が確立。</p> <p>フードナノテクの有用性確認、安全性評価が進み、社会的受容性が高まる。</p>

＜課題抽出の理由、背景説明、波及効果など＞

ナノテクは我が国の科学技術基本計画における戦略的重点推進分野の一つとして位置付けられている。フードナノテクについては科学技術振興機構研究開発戦略センターを中心に、食品産業への貢献の可能性、あるいは、安全性への取組を含めた研究開発の方向性について議論される一方で、農林水産省委託研究プロジェクト「食品素材のナノスケール加工及び評価技術の開発(2007~2011)」が展開されている。ナノマテリアルの一般的な定義は、3次元のうちいずれか一つが100nm以下であり、エマルション・ミセル等では現在、この定義に当てはまる食品(製品)が存在するが、超微細化穀物など個体製品の登場には、あと1~2年待たねばならない。ナノスケール食品に関して、日米ではサプリメントの開発が主流である一方、欧州ではリスク研究にも多くの力が割かれており、欧州安全機関(EFSA)は、2011年1月にナノスケール食品の評価ガイドライン案を公表し、現在パブリックコメントを募集中である。我が国においても、同様のガイドラインを求める声は大きい。欧州では、これまでナノ食品はほとんど上市されていなかつたが、今回、このガイドライン案が示されたことにより、近い将来、それに沿って開発されたナノ食品が、欧州市場に現れてくる可能性はかなり高いと思われる。米国・欧州に取り残されないため、ナノスケール食品の基礎研究は進めておくべきであろう。さらに、我が国のナノスケール食品を欧州に輸出する場合には、このガイドライン案(既存物質のナノ化に関しても、経口・遺伝毒性の90日試験を要求する等)を満たさねばならず、ある種の非関税障壁として働く可能性もある。今後、しばらく欧州の動向を注視する必要がある。一方、今後、我が国でナノスケール食品の開発と普及をはかるには、有用性、安全性の確認と並行して、ナノマテリアルの検出技術、ナノスケールの評価手法の開発や統一された定義、標準化が求められ、品質を管理し保証していくための先端測定・解析手法の導入も必要である。これらの技術開発を総合的に展開し、実用化を推進していくために、行政的な支援をベースにした産学官連携のオープンイノベーション的な検討母体の設置を求める。さらに、一部のナノスケール食品粒子では、粒径に依存して腸管吸収性が数倍向上するとの報告もあり、食資源の効率的利用を促進するとともに、高齢者や消化吸収力の弱い入院患者向けの病院食等への応用の可能性もある。一方、フードナノテクのような新技術が社会に受容されるためには、その有用性、安全性が科学的に検証されるのは言うまでもなく、さらに、その内容(科学的事実)を一般消費者にわかりやすい言葉で、正確に公開していく必要性がある。また、消費者の不安を払拭するため、産業界・開発者と消費者の仲立ちをする専門の科学技術コミュニケーション等を置く必要もある。

我が国の食品産業が日本/世界の食の「安全・安心」に貢献できる存在となるためには

一般社会(消費者)

- 食の環境・資源問題を正しく理解
- 適確な取組を行なうことが定着
- 家庭における食育

あるべき姿

食の安全に関し、リスク思考に基づく安心形成が社会的に認知され、食品産業からの情報発信に対し適切な評価が行われる社会環境が整備される

食品産業

- 生産～流通においてリスク管理実施
- 食資源の安定的確保への取組強化
- リスク情報の適切な開示

消費者への正しいメッセージ

- 食品の安全性に関するリスク情報
- 食資源の海外依存の大きさ
- 食品ロスの大きさ

消費者意識の現状

一般社会の食品企業への要求には、商品の安全・安心、そしてより安価な商品の安定的供給等が挙げられる。しかし、安心のレベルは社会的風潮によって変動し、食品産業への要求も変化する。

行政・学界などがメディア等を通して、啓発活動

(社会的に信頼され、影響力のある人からの発信が効果的)

＜持続可能性のために一歩一歩の前進を！＞

食品産業の特質

- 食品業界は、消費者主導
- 食品産業は裾野が広く、一部の大手企業だけで、業界全体を引っ張れない
- 食の安全・安心問題への取組(特に安心の部分)は社会の仕組みや制度(法規制含め)等の整備のみでは対応が難しく、一般社会(消費者)の意識改革・心掛けに頼る所が大きい

全産業的な取組

- ライフサイクル全体(原材料から製造、流通、消費、廃棄)で、リスクマネージメント
- リスク判定根拠の科学的理論付け→流通温度帯、賞味期限(消費期限)等
- 食品の安全性に関する食育の実施

企業経営意識の現状

食品企業の経営における重要課題は、商品の安全・安心の確保、コストである。食の安全確保は食品産業の社会的責任として捉えられているが、安心の概念は企業単位で差異があるケースもある。

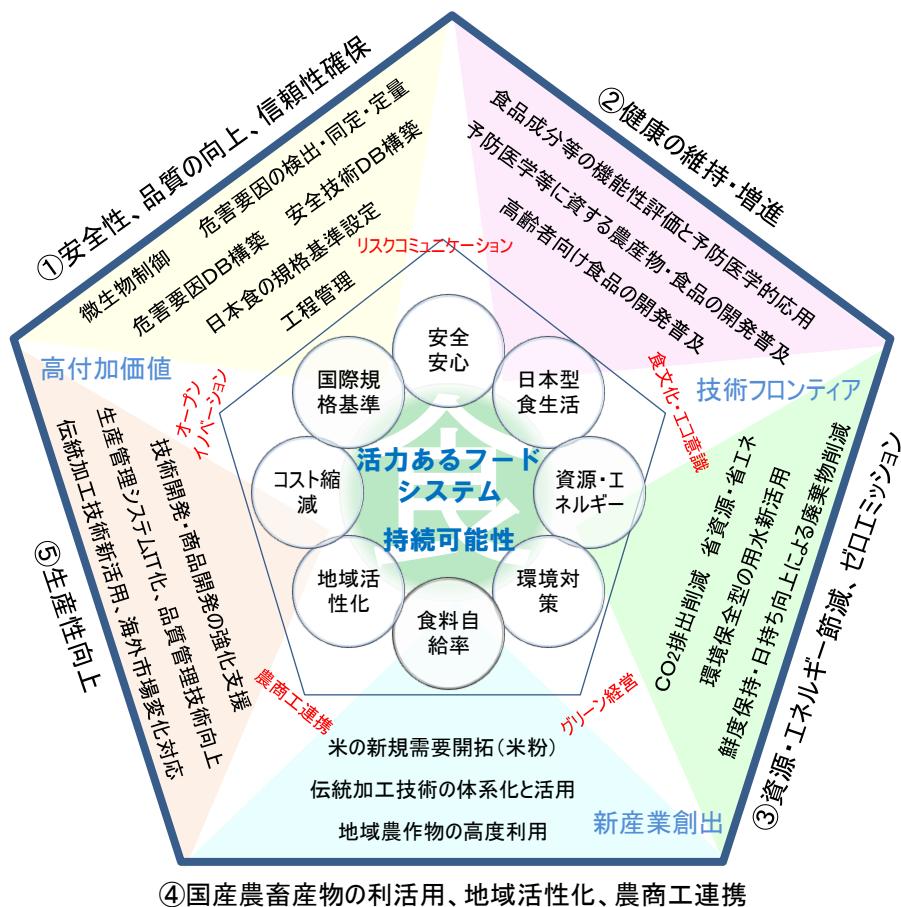
14. 今後の展開

今回のロードマップ策定は、食の“るべき姿”の実現を目指しながら、食に関する社会的要請領域として挙げられた5つの角度から、”より活力あるフードシステムの構築と持続可能な循環型社会“を追求し、超高齢社会における食品産業技術の新たな貢献策を提示していくとするものである。

製品が持つ僅かな差が大きな業績の差を生む昨今、企業研究には複雑化、精緻化、スピード化などが求められ、全体的には組織化され、制度化された効率追求型のR&Dが普遍化している。しかしながら、食品産業には、今後とも、食の安全・安心、健康維持・増進、循環型社会に向けたグリーン化や地域活性化・食料自給率の向上、生産性向上・国際競争力強化など、引き続き、大きな社会的要請があり、それらに向かって機敏に対応をしていくためには戦略目標を明確にした上で、従来のイノベーションサイクルを自己完結型から外部に向けて開放した業際・学際連携や農商工連携などによる新たな課題解決策も必要となる。また、そこでは、課題の解決を促しながら、国民の信頼を確保していくための要素として、消費者の理解と協力をベースにした新たな社会的コンセンサス作りへの積極的な参画が求められ、食文化の見直しやエコ意識の高揚は経済の仕組みにまで影響を及ぼしていくことになる。

広範な技術課題を対象とする今回のロードマップの策定に、全てのニーズに対応した網羅性を持たせることは不可能であり、さらに、幾つかの前提条件をも置かざるを得なかったが、産学官の各エキスパートを結集した策定委員会と専門部会における議論をとおして、①技術課題の新たな整理と構造化が進み、②産業戦略との統合アイデアが強く意識される中で、③新産業創出への技術フロンティアを拓く切り口も散見されるところとなった。

ここで採り上げたロードマップ課題の実現は、それを必要とする各部・各署に委ねられ、それぞれの目的や状況に応じた新たなスキームの中で展開していくものである。昨年度に策定したロードマップへの反響は大きく、そこから選ばれた5課題については、平成22年度農林水産省補助事業として課題実現に向けた産学連携コンソーシアム（協議会）が形成され、テーマの深耕をはかりながら研究計画作りが進められている。本年度策定したロードマップ課題の中からも、実用性の高い事業化プロジェクトへの発展を期待したい。



～2010年代前半を見通した、より活力あるフードシステムの構築と持続可能な循環型社会実現への食品産業技術の貢献～

15-1. 平成21年度版のまとめに代えて

「食品産業技術ロードマップ」策定とその実行について(産業界の立場から)

食品産業技術ロードマップ策定委員会委員長 山野井昭雄

「食」・「農」の分野で技術に焦点を合わせて、産学官の各エキスパートが一堂に会し、各々の知見を交え論議を深めてロードマップ策定に繋げた事例は、私の寡聞の為もあろうが、今まで殆ど無かったのではないか。

従って、先ずは、この難度の高い課題に関わった策定委員会、専門部会及び社団法人農林水産先端技術産業振興センター(STAFF)事務局の皆様に深甚な感謝の意を表する次第である。

食品製造業の技術系の一人として企業業務に関わってきた経験等を踏まえて、本ロードマップについての考え方と今後の展開のあり方について、私見を述べさせて頂く。

我が国は、科学技術創造立国を国是に掲げ、その実現化のために選択と集中の精神に基づいて、産学官の連携を含めて科学技術の深耕とイノベーションの発展に邁進してきた。その結果世界No.2の経済大国になった事は御存知の通りであり、産業界の立場から見ても、科学技術面での研究開発や人材育成の課題が、国際競争力視点から、先進的な工業技術振興に重点化していた事は否めない。この間、「食」や「農」に関する科学技術は少なくとも重点化項目の中と言うよりも周辺にあったと言わざるを得ない。私が日本経団連の産業技術委員会の産学官連携推進部会長を仰せつかっていた時も、この流れを痛切に感じていた。

しかし今世紀に入って、特に近年、「食」や「農」への関心の高まりがはっきり認識されるようになった。高齢化社会への急速な進展を背景に、「食」の安全、安心に関わる品質問題、健康寿命延伸と疾病に罹患し難い身体作り、さらには気候変動を含む環境やエネルギーを勘案したグリーンな循環型持続性社会の実現等々、世界レベルの大きなトレンドの中で、生命を支える源である「食」と「農」分野の重要性がクローズアップされて来たのは当然の成り行きと言える。従ってこれ等の課題は我が国のこれから重要な科学技術テーマになる事は間違いないと考える。この様な状況の中で、食品産業技術ロードマップの策定は誠に時宜を得たものである。

これから課題は、この立派なロードマップを絶対に机上の提議書に終らせるのではなく、有効裡にどう実行し、“るべき姿”を実現していくかにあることは申すまでもない。ポイントは、益々厳しくなるグローバルな競争下、基礎的な研究と産業をリンクさせる事、つまり産学官の夫々の力を結集しての総合力の発揮が必須条件なる。テーマ毎に産学官が課題を明確に認識しあい、短、中、長期的な展望とそれに基づく戦略を共有し、モジュール型ではなくすり合わせ型の発想で夫々の得意技を発揮しなければ、実行計画には成り難い。このような観点から企業の参加、コミットメントが特に重要になると考える。競争と協調のバランスをとりながら積極的な参加を期待したい。

15-2. 平成22年度版のまとめに代えて

「食品産業技術ロードマップ」全項目策定とその活用について

食品産業技術ロードマップ策定委員会委員長 山野井昭雄

本ロードマップ集は、設定された5項目のうち残った2項目について、前回同様産学官のエキスパートが一堂に会し濃密な論議を経て策定されたもので、精力的な活動をされた各委員会の委員及び適確なアレンジをされた事務局の皆様に改めて感謝の意を表する次第である。

5項目は、夫々に独自性を有すると同時に相互に関連性を持っており、したがって今回の結果を以って部分と共に全体も俯瞰出来る点で、所期の目標に合致していると判断する。言うまでも無く本ロードマップ集を知識付与の為の机上の参考書に留めるのではなく、どう活用するかが今後の最も大事な課題になる。

「食」・「農」に関わる一次産業や企業、公的研究機関等の組織が現状をよく把握し、其れを基に今後の成長の為の新しい展開の模索、設定、段取り等を決める各ステージで、そうした場面で本ロードマップ集がどの様な考え方や行き方を主張しているか、それらがその組織の今後の展開にフィットするものであるか否かなど、冷静且つ客観的に参考に供して頂ければと念じている。

「食」・「農」に関する市場動向の視点で我国の状況を見ると、高齢化の急速な進展があり、又少子化による人口減が予測されている事から、市場は拡大どころか縮小が危惧される。従って「食」・「農」に関わる企業などの組織がこれからの大拡大、発展を図るとき、世界市場に目を向ける方向を探らざるをえない。勿論個々の組織ごとに発展の道筋は色々あって然るべきだが、以上の状況を勘案すれば、全体を通底する流れとして「国際化」がこれからの重要なキーワードになる。

「国際化」と言っても包含する内容は広いが、エリアの視点でもう一段絞れば、人口の多さや経済発展の面からアジアが第一ターゲットになろう。ところで「国際化」の中味をどう考えるか。立場によって色々な見解があるのは当然だが、企業人経験の立場から私見を述べさせて頂くと次のようになる。大枠で三つあると考える。一つ目は製品、技術の輸出や生産拠点等の設立をはじめとする事業の現地化である。二つ目は製品や技術のクオリティが世界的に評価される事で、その行きつ着地点として非常に難度は高いが、世界標準として認知される事。これは一つ目の展開の上で極めて重要な支援を与えるものになる。三つ目は「国際化」を担う人材の育成、確保である。

ここでは最初の二つについての取り組みについて考えてみたい。クオリティの高い製品や技術を磨く場は国内市場にある。日本国民は「食」・「農」についての安全性、有用性、環境への調和等に関して、世界で最も厳しい目を持っているからである。国内市場のシビアな価値観をクリアし受け入れられる高度な製品、技術は、「国際化」展開上貴重な財産になる。以上「国際化」をキーワードとする一愚見を申し上げた。

今後具体的な取り組みの中で、本ロードマップ集が活用され、そうした様々な場面を通じて本ロードマップ集の中味自体が更に磨かれていく事を切に願っている次第である。

16. 食品産業技術ロードマップ策定委員会・専門部会委員名簿

平成21年度(敬称略、五十音順)

食品産業技術ロードマップ策定委員会

一色 賢司	北海道大学大学院 水産科学研究院 教授
岩元 瞳夫(副委員長)	(社)農林水産先端技術産業振興センター 理事長
川村 邦明	(株)前川製作所 常務取締役
米谷 俊	江崎グリコ(株) 研究本部 技術参与
今野 正義	(株)日本食糧新聞社 代表取締役社長
相良 泰行	(社)感性コミュニケーションズ 理事長(東京大学名誉教授)
鈴木 敦	鈴木敦特許事務所
永野 智己	(独)科学技術振興機構 研究開発戦略センター フェロー
林 徹	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 所長(当時)
宮森 博康	北海道立食品加工研究センター 副所長(当時)
山野井 昭雄(委員長)	味の素(株) 社友

食品産業技術ロードマップ策定専門部会

社会的要請領域①

川本 伸一(まとめ役)	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品安全研究領域長
小関 成樹	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 主任研究員
駒木 勝	(社)日本缶詰協会研究所 所長
永田 忠博	聖徳大学人文学部人間栄養学科 教授
日佐 和夫	東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科食品流通安全管理専攻 教授

社会的要請領域③

五十部誠一郎(まとめ役)	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品工学研究領域長
大下 誠一	東京大学大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻 生物システム工学講座 教授
篠崎 聰	(株)前川製作所 技術研究所 副所長
鈴木 徹	東京海洋大学海洋科学部食品生産科学科食品冷凍学研究室 教授
平田 昌之	元味の素(株)

社会的要請領域④

北村 義明(まとめ役)	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所微生物利用研究領域長
高野 克己	東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科 食料資源理化学研究室 教授
宮尾 茂雄	東京家政大学食品加工学研究室 教授
室町 秀夫	キリン協和フーズ(株) 営業本部マネジャー

平成22年度(敬称略、五十音順)

食品産業技術ロードマップ策定委員会

一色 賢司	北海道大学大学院 水産科学研究院 教授
岩元 瞳夫(副委員長)	(社)農林水産先端技術産業振興センター 理事長
川村 邦明	(株)前川製作所 常務取締役
米谷 俊	江崎グリコ(株) 研究本部 技術参与
今野 正義	(株)日本食糧新聞社 代表取締役社長
相良 泰行	(社)感性コミュニケーションズ 理事長(東京大学名誉教授)
鈴木 敦	鈴木敦特許事務所
永田 吉則	北海道経済部食関連産業振興室長
永野 智己	(独)科学技術振興機構 研究開発戦略センター フェロー
林 清	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 所長
林 徹	聖徳大学人間栄養学部人間栄養学科 教授
山野井 昭雄(委員長)	味の素(株) 社友

食品産業技術ロードマップ策定専門部会

社会的要請領域 ②

石見 佳子	(独)国立健康・栄養研究所食品保健機能プログラム プログラムリーダー
久能 昌朗	キュー・ピー株式会社研究所健康機能R&Dセンター センター長
神山かおる	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品機能研究領域 食品物性ユニット長
日野 明寛(まとめ役)	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品機能研究領域長
三坂 巧	東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室 准教授

社会的要請領域 ⑤

秋山 美展	秋田県立大学生物資源科学部応用生物科学科食品科学研究室 教授
五十部誠一郎(まとめ役)	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品工学研究領域長
柏木 豊	東京農業大学応用生物科学部醸造科学科 教授
近藤 芳輝	缶詰技術研究会
杉山 滋	(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品工学研究領域 ナノバイオ工学ユニット長
星 昌和	株式会社マルハニチロ食品 商品技術開発部長

委員会・専門部会事務局

社団法人 農林水産先端技術産業振興センター(STAFF)

理事・研究開発部長 廣澤 孝保

主任調査役

古川 忠康

食品産業技術ロードマップ集

～2010年代前半を見通した、より活力あるフードシステムの構築と持続可能な循環型社会実現への食品産業技術の貢献～

平成23年3月 発行

実施主体:委員会事務局

社団法人 農林水産先端技術産業振興センター(STAFF)
〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三会堂ビル
TEL 03-3586-8644 FAX 03-3586-8277

本書より転載・複製する場合には(社)農林水産先端技術産業振興センターの許可を得て下さい。