

(三) 冷凍空調に係る技術に関する事項

1 冷凍空調に係る技術において達成すべき高度化目標

(1) 当該技術の現状

冷凍空調に係る技術（以下「冷凍空調技術」という。）とは、冷凍、冷蔵、空調を行うため製氷機器・冷凍冷蔵機器・空調機器等を用いた設備の設計、製作、施工、維持管理するために必要な技術である。

その用途は、食品を低温で保存するだけでなく、流通過程の品質管理、旨味を増す等の付加価値の創出、環境の最適化と応用範囲は広い。また、ビルや家宅の空調、医療用・工業用の冷凍空調機器にもこの技術は用いられる。

現在、国を挙げて農商工連携の推進を支援しているところであり、冷凍空調技術はそのためのキーテクノロジーとして位置付けられる。このため、本技術指針で取り扱う冷凍空調技術は、主に食品の生産・保管・流通・販売・加工等に用いられる機器に係る技術とする。

これら食品に関わる我が国の冷凍空調技術は高く、個別の食品の特徴に合わせたきめ細かい冷凍空調によって、遠隔地で収穫された様々な農水産物を品質を保った状態で供給することが可能となり、また冷蔵・冷凍を加工技術、熟成技術として捉え、凍結解凍による組織ダメージを抑え、濃縮を制御し、酵素等の働きを促進させること等により、新たな付加価値を加えることも可能となった。

(2) 当該技術の将来の展望

消費者ニーズの高度化に対応していくため、食品の生産・保管・流通・販売・加工等の行程ごとの冷凍空調技術を高度化させていくだけでなく、コールドチェーン全体の温度・湿度・気流・ガス組成等を一貫して冷凍・冷蔵管理することが求められている。ここで取り上げるコールドチェーンは、たとえば農産物の場合は種苗・種蒔・栽培・収穫、水産物の場合は養殖・漁による収穫から、保管・流通・販売・加工・消費に至るまで途切れなく一貫した冷凍・冷蔵管理することで、食の安全と品質を同時に確保する低温流通体系を指す。コールドチェーンの高度化により、高い品質を維持し、劣化を抑えることで廃棄物の削減が可能となる。

また、農水産物に高度な加工を施し栄養機能成分の豊富な高付加価値商品として市場に供給するため、冷凍空調による凍結、濃縮、乾燥、抽出、分離、粉碎、解凍の技術をさらに高めていくことが望まれる。

さらに、使用エネルギーの低減、温室効果ガス排出量の削減等と同

時に実現していくことが求められる。具体的には、使用する冷媒についても地球温暖化に対する影響力の小さい冷媒への代替や、冷媒排出抑制の管理が求められている。

(3) 川下分野横断的な共通の事項

当該技術の川下事業者等が抱える共通課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

①川下製造業者等の共通の課題及びニーズ

ア. 試験設備の高度な温度・湿度管理

食品関連産業の発展と国民の豊かな食生活の実現にとって、わが国の気候条件等に適した農水産物の品種改良や発酵・醸造等の研究は重要であり、最新のバイオ技術等を用いることによりその効率化を図ることが求められている。品種改良等が行われる試験設備での研究においては、特にきめ細かい冷凍空調が必要不可欠である。

イ. 省エネルギー化の実現

冷凍空調設備の多くは停止することなく稼動し続けることが求められるため、川下事業者にとってエネルギー消費の負担額は他の設備に比して大幅に大きいものとなる。このため、川下事業者のコストダウンにつながるエネルギー効率と断熱性に優れた冷凍空調設備に対するニーズは高く、冷凍空調事業者は熱交換器や圧縮機（コンプレッサ）、断熱材料、搬入・搬出口における熱損失削減のための設備（例えば、エアカーテン、高速シャッター、外気と連動した高効率冷凍システム等）の改善、蒸発温度のより精密な制御技術によるデフロスト削減等により、省エネルギー効果を高めていくことが強く求められる。

また、食品工場における冷却・加熱のプロセスにより発生する排熱を積極的に活用していくことも重要である。

ウ. 低騒音化の実現

一般的に、冷凍空調設備には、圧縮機（コンプレッサ）を用いて冷媒を循環させ、冷媒の圧縮・凝縮・膨張・蒸発のサイクルを繰り返す、蒸気圧縮式冷凍方式が用いられる。しかし、このサイクルにおいて圧縮機等の駆動部や細管部からある程度の騒音、振動が発生することが免れない。また、プレート製氷設備から大きな騒音、振動が発生する事例も報告されている。そうした中、食

品を扱う流通業者や加工業者には住宅が密集する地域において営業、操業を行う者が少なくないが、使用する冷凍空調設備の機器から発生する騒音と振動が、住民からの苦情の原因となっている例も見られる。このため、低騒音化を実現するための技術の開発が求められる。

エ. 廃棄物の縮減

全世界の人口が増加している中において、食生活における必要以上の食品の供給や、コールドチェーンの不備による食品廃棄物の増大は、防ぐべき事項である。そのため、コールドチェーンの途上における昇温、冷却不足等による食品の劣化や氷等による傷等の見た目の劣化等による廃棄を極力抑制し、食品廃棄物の量を低減するための冷凍空調技術の開発が求められる。

オ. 冷媒管理への対応

冷凍空調設備に使用されている冷媒にはフロン類が多く使用されてきたが、オゾン層を破壊するフロン類冷媒は、我が国ではすでに新規機器に用いる用途としての生産・輸入が段階的に廃止されており、代替フロンであるHFC（Hydro Fluoro Carbon）も地球温暖化係数（GWP:Global Warming Potential）が大きいことからその排出抑制対策が求められている。そのため安全性や効率の確保を前提にアンモニアや二酸化炭素等の自然冷媒の採用、GWPの低い冷媒の開発、それを活用した冷凍空調機器の開発や実用化が求められる。また、冷媒漏えいの防止や早期の検知、冷媒回収を容易にする設計等の冷媒管理への対応が望まれている。

カ. 製造工程の短期化

冷凍空調技術は、温度・湿度・気流・ガスの測定や管理を行うもので、真空乾燥、配管、部材の接合、冷媒管理、計装、溶接、製造工程の管理といった多様な要素技術から構成されており、多段階にわたる工程に分かれている。このため冷凍空調設備は産業機械の中でも受注から納品までの期間が概して長期化しがちであり、部分的に効率を高める技術やシステム全体を最適にする技術等が求められている。

②高度化目標

ア. 農水産物等の試験に用いる冷凍空調技術の高度化

高精度な温度・湿度測定と制御、ガス組成に用いるガス貯蔵（C

A貯蔵:Controlled Atmosphere Storage) や真空処理、エチレンガス除去等の設計等に係る技術開発、低温仕様の各種測定器の技術開発による冷凍空調機器の性能向上が必要である。

イ. 省エネルギー・エネルギー多様化の実現に資する冷凍空調技術の高度化

高精度な温度・湿度測定と制御、燃費向上等に係る技術開発や、設備設計の多様化、製造管理の徹底等が求められる。

ウ. 低騒音化の実現に資する冷凍空調技術の高度化

高性能な圧縮機等の活用と緻密な設備設計、製造管理の徹底等が不可欠である。

エ. 廃棄物の縮減に資する冷凍空調技術の高度化

コールドチェーンの途上における昇温・冷却不足を防ぐ技術の開発等により、食品のロス率低下、劣化の抑制が求められる。

オ. 冷凍空調機器に用いる冷媒管理に係る環境技術の高度化

新規に開発する冷凍空調設備については安全性や効率の確保を前提に、可能な限り GWP の低い冷媒を使用する設計とするほか、現行設備の冷媒漏えいの防止・冷媒回収向上等の地球温暖化防止対策等の措置が必要である。

カ. 冷凍空調機器製造工程に係る技術の高度化

設計や開発等における I T の積極的な活用が求められる。

(4) 川下分野特有の事項

当該技術の川下事業者等が抱える課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

1) 農産物等に係る事業に関する事項

農産物は凍結すると組織内に生じる氷結晶により細胞壁が破壊されてしまう。また、保存には適度な湿度を必要とし、乾燥に弱く、空気の流れやエチレンガス等にも配慮した冷凍空調技術を必要としている。さらに、科目・品種・産地・大きさ等で最適な冷凍空調環境が異なるため、きめ細かな管理が求められる。これらの環境をバランスよく管理し、生産から消費までの最適な流通（コールドチェーン）に資する技術が必要であり、結果として輸出や国内における消費拡大による農産物等の競争力強化の実現につながることが望まれる。

一方、安心・安全や旨みの増加等に関する消費者ニーズの高度化への対応、農産物等の海外への輸出促進に向けて、品質の均一化・向上

等付加価値の創出まで踏まえた技術開発も必要である。特に、農作物を加工することで、旨味や香り等を向上させるほか、機能性食品等の原材料とするための濃縮や発酵、熟成、成分抽出、粉碎処理といった高度な技術を開発することが求められている。

①川下事業者の特有の課題及びニーズ

- ア. 農産物等の最適な流通手法の確立
- イ. 農産物等に最適な保存方法の構築
- ウ. 農産物等への高品質・高付加価値の付与

②高度化目標

- ア. 農産物の生産に係る冷凍空調技術の高度化
- イ. 農産物等の保管に係る冷凍空調技術の高度化
- ウ. 農産物等の流通に係る冷凍空調技術の高度化
- エ. 農産物等の販売に係る冷凍空調技術の高度化
- オ. 農産物等の加工に係る冷凍空調技術の高度化

2) 水産物等に係る事業に関する事項

水産物は漁業資源の減少や気候変動の影響で漁獲量が大きく変動する。そうした中、高い品質を維持し、安定した漁業を確立することに冷凍空調技術を必要としている。具体的には、マグロやカツオ等遠洋漁業は急速冷凍技術や超低温長期貯蔵技術が必要であり、サンマやイワシ等の近海漁業では魚を傷めない製氷技術等が求められている。また、漁獲量の変動に対応可能な施設（保冷用・冷凍用コンテナ等）等もニーズが高い。さらに、高い鮮度を維持した活魚や様々な加工品、販売時点での見栄え（色合い）等漁から消費までの最適な流通（コールドチェーン）に資する技術に期待するところは大きく、結果として輸出や国内における消費拡大による水産物等の競争力強化の実現が望まれる。

一方、農作物と同様に、安心・安全や旨みの増加等に関する消費者ニーズの高度化への対応や、水産物等の海外への輸出促進に向けて、品質の均一化・向上等付加価値の創出まで踏まえた技術開発も必要である。特に、水産物を加工することで、旨味や香り等を向上させるほか、機能性食品等の原材料とするための濃縮や発酵、熟成、成分抽出、粉碎処理といった高度な技術を開発することが求められている。

①川下事業者の特有の課題及びニーズ

- ア. 水産物等の最適な流通手法の確立
- イ. 水産物等に最適な保存方法の構築

ウ. 水産物等への高品質・高付加価値の付与

②高度化目標

- ア. 水産物の生産に係る冷凍空調技術の高度化
- イ. 水産物等の保管に係る冷凍空調技術の高度化
- ウ. 水産物等の流通に係る冷凍空調技術の高度化
- エ. 水産物等の販売に係る冷凍空調技術の高度化
- オ. 水産物等の加工に係る冷凍空調技術の高度化

2 冷凍空調技術における高度化目標の達成に資する特定研究開発等の実施方法

冷凍空調技術に求められる技術開発の方向性を3点に集約し、以下に示す。

(1) 農水産物等に共通して求められる技術開発の方向性

1) 農水産物等の試験

- ①食品クリーンルームのための冷凍空調
- ②食品試験設備のための冷凍空調
- ③低温・冷温状態で湿度・気流・ガスの高度な測定

2) 省エネルギー化

3) 低騒音化

4) 廃棄物の縮減

5) 冷凍空調機器に用いる冷媒管理

- ①冷媒漏えいの防止
- ②冷媒漏えいの検知
- ③環境に配慮した冷媒回収向上
- ④冷媒使用量の削減・低温温室効果冷媒の活用

6) 冷凍空調機器製造工程

- ①製造時間短縮
- ②生産設備・ラインの小型化・省スペース化
- ③安全性向上
- ④冷凍空調機器の製造に必要な要素技術の高度化

(2) 農産物等に求められる技術開発の方向性

1) 農産物の生産

- ①高度な種苗育成のための冷凍空調
- ②栽培における最適な環境管理のための冷凍空調

③植物工場等に最適な環境管理

2) 農産物等の保管

- ①収穫後の最適な貯蔵のための冷凍空調
- ②高品質を維持・管理するための冷凍空調
- ③低温領域（凍結温度以上）での冷蔵
- ④冷温領域（凍結温度以下）での冷凍
- ⑤予冷方法及び昇温方法のコントロール

3) 農産物等の流通

流通工程において高品質を維持するための冷凍空調

4) 農産物等の販売

販売時における最適環境実現のための冷凍空調

5) 農産物等の加工

- ①濃縮（凍結濃縮、真空濃縮等）のための冷凍空調
- ②発酵・熟成のための冷凍空調
- ③乾燥・成分抽出・粉碎処理のための冷凍空調
- ④品質の均一化のための冷凍空調
- ⑤味や香り、旨味や甘み、色合い等を積極的に向上させるための冷凍空調

(3) 水産物等に求められる冷凍空調技術開発の方向性

1) 水産物の生産

- ①稚魚・稚貝を育成するための冷凍空調
- ②養殖における最適な環境管理のための冷凍空調

2) 水産物等の保管

- ①漁獲後の最適な貯蔵のための冷凍空調（製氷を含む）
- ②低温領域（仮死状態）で高い品質を維持する冷蔵
- ③冷温領域（凍結温度以下）で高い品質を維持する冷凍
- ④品質を配慮し解凍するための冷凍空調

3) 水産物等の流通

- ①流通工程において高品質維持するための冷凍空調
- ②流通時に解凍するために必要な冷凍空調

4) 水産物等の販売

- ①販売時における最適環境実現のための冷凍空調
- ②販売時に解凍するための冷凍空調

5) 水産物等の加工

- ①濃縮（凍結濃縮、真空濃縮等）のための冷凍空調

- ②発酵・熟成のための冷凍空調
- ③乾燥・高圧・成分抽出・粉碎処理のための冷凍空調
- ④品質の均一化のための冷凍空調
- ⑤味や香り、旨味や甘み、色合い等を積極的に向上させるための冷凍空調

3 冷凍空調技術において特定研究開発等を実施するに当たって配慮すべき事項

厳しい内外環境を勝ち抜く高い企業力を有する自律型中小企業へと進化するためには、中小企業者は、以下の点に配慮しながら、研究開発に積極的に取り組み、中核技術の強化を図ることが望ましい。

(1) 今後の冷凍空調技術の発展に向けて配慮すべき事項

①産学官の連携に関する事項

川下企業、関連企業、公設試験研究機関、大学等と積極的に連携し、事業化に向けたニーズを把握しつつ、独創的な研究・技術開発を行うことが重要である。その際、自らが有する技術についての情報発信を適切に行い、円滑に研究開発が進むよう努めるべきである。

②人材確保・育成及び技術・技能の継承に関する事項

技術力の維持・向上に必要な人材の確保・育成のために、若手人材のリーダーへの育成に努めるとともに、ベテラン技術者とのペアリングによる研究管理等により、技術・ノウハウを若年世代へ円滑に継承し、定着率を維持していく必要がある。

③生産プロセスの革新に関する事項

製品開発過程においても、常に自動化、省エネルギー、省スペースといったプロセスイノベーションを意識する必要がある。また、自由度の高い製造工程と生産性の向上を目指し、研究開発段階においても、積極的にIT活用を図ることが望ましい。

④技術体系・知的基盤の整備、現象の科学的解明に関する事項

公的機関が提供する標準物質・計量標準等の知的基盤を有効に活用しつつ、計測技術及びシミュレーション技術を用いて、自らの技術や技能の科学的な解明に努めるとともに、技術や技能のデータベース化を図りながら技術体系を構築していくことが重要である。

⑤知的財産に関する事項

自社が有する知的資産を正しく認識するとともに、公開することによって独自の技術が流出するおそれがある場合を除き、適切に権利化

を図る必要がある。

川下製造業者等は、中小企業者と共同で研究開発等を行う場合には、事前に知的財産権の帰属、使用範囲等について明確に取決めを行うとともに、中小企業者が有する知的資産を尊重すべきである。

⑥環境保全等に関する事項

単に冷凍空調の管理にとどまらず、地球温暖化係数（GWP）の高い、つまり温室効果の高いフロン類冷媒に代わるGWPの低い冷媒の使用・冷媒漏えいの防止・冷媒回収向上等の地球温暖化防止対策、省エネルギー対策（自然エネルギーの活用を含む）、安全確保の観点からも必要な措置を講じることが重要である。

（２）今後の冷凍空調技術業界の発展に向けて配慮すべき事項

①グローバル展開に関する事項

積極的に海外市場の開拓を図るために、ターゲットとなる市場のニーズに応じた製品開発を進める必要がある。海外展開を進める際には、競争力の源泉となる技術の流出防止を徹底することが重要であり、流出の懸念がある技術についてはブラックボックス化を進める等の対策を講じるべきである。

②取引慣行に関する事項

中小企業者及び川下製造業者等は、受発注時における諸条件やトラブル発生時の対処事項等について契約書等で明確化することが望ましい。また、下請代金の支払遅延や減額等の禁止行為を定めた下請代金支払遅延等防止法や、取引対価の決定や下請代金の支払い方法等について、親事業者と下請事業者のよるべき基準を示した、下請中小企業振興法に定める「振興基準」を遵守し取引を行わなければならない。

③サービスと一体となった新たな事業展開に関する事項

単なる製品の提供に留まらず、ユーザーや市場ニーズを満足させるサービス・機能・ソリューションの提供を目指した研究開発を進めることが重要である。

④事業の継続に関する事項

自社の人材、インフラ、取引構造等について日頃から正確に把握し、災害等が発生した場合の早期復旧とサプライチェーンの分断防止のため、危機対処方策を明記した事業継続計画（BCP：Business Continuity Plan）を予め策定しておくことが重要である。

⑤計算書類等の信頼性確保、財務経営力の強化に関する事項

取引先の拡大、資金調達先の多様化、資金調達の円滑化等のため、

中小企業者は、「中小企業の会計に関する基本要領」又は「中小企業の会計に関する指針」に拠った信頼性のある計算書類等の作成及び活用に努め、財務経営力の強化を図ることが重要である。