

## 評価結果及び指摘に対する回答

3人の評価者による評価結果および指摘事項等に対する回答を以下に示す。

### 1) 大課題の評価ランク

[B] (評価者3名の評価は、A/B、B、B)

### 2) 大課題全体に対する評価

本大課題は、適切なアプローチ方法及び手法を用いて研究が遂行されており、科学的な質という点でも優れている。本大課題は、社会的に重要な内容に着眼点をおいた8つの中課題で構成されている。しかし、<sup>a)</sup>中課題間の調整は不足している。これらの中課題間の協力関係や個々の中課題が果たした大課題全体への貢献を明確にできただろうし、場合によっては、改善することもできたのではないだろうか。本中課題と、今日の日本の施設園芸が実際に直面している問題、例えばコストの上昇、収益の低下、生産者の高齢化、社会的な環境負荷削減要求など、との関連性をさらに強めることができると思われる。

最初の5つの中課題は、野菜と花きの施設栽培に関するものである。これらの研究は、エネルギー使用量や労力を削減するための革新的な方法をいくつか開発したが、中課題間で調整を図ることなく、互いに独立して取り組まれたようである。関連する課題を扱っている中課題141a0、141b0及び141c0では、それぞれの研究の大幅な重複を避け、相乗的な相互作用を生じさせるために、中課題間の連携を強化することを推奨する。同様に、方法論やアプローチ方法(例えば、分子ならびにゲノムツールを用いた遺伝的改良)が類似する中課題間では、横断的な相互交流の改善にも努められることが望ましい。野菜の分子育種研究は、花き類の育種とは完全に切り離されているように見えるが、分子ツールや手法は同じである。品種改良、分子遺伝学及び分子育種の分野で素晴らしい成果を挙げられているものもあるが、研究者たちが、農研機構や他の品種育成分野の研究者たちと密接に協力しながら研究していたのか明瞭ではなかった。

本大課題は、日本の施設栽培における重要な課題を研究対象とするが、施設栽培の収量の増加、環境負荷および投入量の削減に確実に貢献することだろう。<sup>b)</sup>しかし、ハイテク自動化機器と大多数の現状であるローテクなプラスチックハウス栽培との間には、大きなギャップがあるように思われる。研究者たちは、施設における革新的な生産技術を開発したが、これらの新しい生産技術が、どのような方法で生産者に伝えられているのかが不明確であった。これらの革新的な技術を生産者に伝え、そして使用してもらうために、どのような普及活動をされているのだろうか。これらの革新的な温室生産に関して、小規模生産者を経営面やマーケティング面で支援するためのプログラムは用意されているのだろうか。応用研究では、<sup>c)</sup>これまで以上に施設生産者との連携や施設生産者の意見が必要となる。研究に関

心の高い生産者の「課題アドバイザーグループ」への参加が得られるならば、このギャップを縮める、あるいは解消することができるかもしれない。

**(下線の指摘に対する回答)**

a) 評価会議当日のプレゼンテーションでは、時間的な制約から十分に説明できなかったが、実際には、中課題間で密接に連携を取りながら推進してきた。例えば、中課題 141c0 の効率的な二酸化炭素施用技術の開発は 141a0 と連携して開発したものであり、141g0 と 141f0 との間では、トマトのゲノミックセレクションの試行、ナスの単為結果性・とげなし性・土壌病害抵抗性品種のマーカー選抜育種、イチゴの炭そ病抵抗性 DNA マーカーの開発などを共同で実施している。さらなる情報交換、連携した研究を実施して参りたい。

b) 小規模な生産者とこの大課題でモデルとしたような先進的生産システムとの間には、大きなギャップがあるのは事実である。しかし、この大課題で展開してきた数々の成果は、小規模なハウスにおいても取り入れ可能な技術である。さらに、全国の先進的産地や先進技術実証試験地においては、最新技術を取り入れ、大規模・効率化を図る生産者も増えてきている。我々は、そのような場で積極的な指導にも取り組んでおり、そのギャップを埋めるべく努力している。例えば、先進的な生産者を評価者として選び、コストと利益などの面から技術の効果の評価を行っていただいている

c) 上述したような先進的産地や先進技術実証試験地には、最先端の技術に対して関心の高い生産者が多数存在している。彼らへの技術指導、現場での意見交換に加え、研究推進体制にアドバイザーグループを置くなどの新たな運営体制も試みつつ、実効性のある技術開発研究を推進していきたい。

**3) 8つの中課題に対する評価コメント**

**(1) 高生産性と低環境負荷を両立させる施設野菜生産技術の体系化 (141a0)**

本中課題は、全体として、密接に関連する以下の問題、すなわち「どのようにしたら温室栽培における収量を増加させることができるか」という問題と、「どのようにしたら生産コストを下げることができるか」という問題に焦点を当てている。本中課題は、生産コストの低減と相まって収量増加を達成するために戦略的に取り組まれており、課題へのアプローチ方法及び研究の科学的な質は、全体的に優れている。ただし、いくつかの研究結果については、それらの生理学的な背景に対して、より大きな焦点が当てられてもよかったのではないだろうか。

湿度管理ならびに CO<sub>2</sub> 施用は、トマトの収量を飛躍的に増加させた。しかし、<sup>a)</sup>CO<sub>2</sub> 施用と細霧冷房の相加作用については、それらの効果と病気の罹りやすさや細霧冷房の質との

間のトレードオフの関係を究明する必要がある。温暖な時期と寒冷な時期とでは、同じ結果が得られるのだろうか。

<sup>b)</sup>温室の暖房システムの熱源として、豊富に入手できるバイオマス資源を活用することは、一見、理にかなっているように思われるが、温室でガスファンヒーターとバイオマスヒーターとを併用するという解決策は、あまりにも高額な投資を必要とするように思われる。これからの新しい温室にとって、バイオマスヒーターは必要にして十分なのだろうか。バイオマスは、どこから持って来るのか。長期的なバイオマス供給の展望は、どのように考えているのだろうか。将来的に、廃棄物由来のバイオマスが利用できる可能性についてはどのように考えているのだろうか。一方では、<sup>c)</sup>局所的な暖房と温室全体の暖房とを比較するというアプローチはよいと思うが、なぜ上手く機能するか、解明されているのだろうか。

植物ホルモンを散布する自動着果処理装置の研究は、大課題全体の基本的な研究目的（減農薬への社会的な要請及び生産コストの低減）に合致しないように思われる。<sup>d)</sup>植物ホルモンの自動散布システムの研究は、ある意味では、化学薬品投入量削減へと向かう国際的な潮流に逆行する。自動化は良い技術であるが、はたして小規模な生産者にとって適切なのだろうか。ホルモン剤の散布というアプローチではなく、例えば、単為結果性トマト（中課題 141g0 のゲノミクス研究との連携）のような遺伝学的方法に基づくアプローチを取ることにはできないのであろうか。<sup>e)</sup>単為結果性品種の開発を目指す研究の方が、着果を向上させるために必要とされる労力を省力化するための優れた解決方法であるように思われる。

慣行栽培に比べ5割の省力化を5年間の研究で達成したという本中課題の最終的な成果は、素晴らしいものである。しかしながら、従来の温室はローテクであるのに対し、この成果はハイテクノロジーを駆使した条件下で得られたようである。高度にハイテクな一部の機器は、日本の平均的な温室技術とはかけ離れ過ぎているように見える。<sup>f)</sup>本中課題で行われる実験を、日本の慣行栽培の生産者にとってより一層身近な実験とするために、生産者グループが実験の設計段階に参加するならば、本中課題に確実にメリットをもたらすことだろう。

研究者は素晴らしい成果を挙げても、多くの場合、その具体的な応用方法については上手に宣伝できないでいる。しかし、植物工場を展示公開していることは称賛に値する。また、民間企業と共同で、温室の環境制御（CO<sub>2</sub>施用および細霧冷房）が行われたことも大いに評価できる。数多くの論文が発表されたが、より影響力の高いジャーナル、あるいはより生理学的なジャーナルに、もっと絞り込んで発表されてもよかったのではないだろうか。

#### （下線の指摘に対する回答）

a) 現状、日本の品種及び日本の環境において、それらの複合効果が認められることを示した段階である。病気発生との関連については、今後検討していきたい。湿度制御とCO<sub>2</sub>施用の複合効果を、冬期においては補光との組み合わせにおいて、夏季においては日本の高温多湿条件においてCO<sub>2</sub>施用時間をなるべく長く延長するという観点から評価していく予定で

ある。

b) バイオマス暖房機は初期コストはかかるが、ハイブリッド方式によるランニングコストの大幅低減により、全体のコスト低減を試みている。主となるバイオマスヒーターに加え、精密な温度制御と熱量補助が可能な燃油式ヒーターとのハイブリッドシステムは、良い解決法であると考えている。(減多に起こらない極端な低温時でも十分な能力が得られる大型バイオマスヒーターは、設置コストがとて高くなるので、バイオマスヒーターの能力は小さいものにして、極端な低温時に熱量が足りない場合に燃油式暖房機を動かすシステムが合理的と考える。)

c) その生理的なメカニズムについては、現在研究を進めている。特に、水分の動態に着目している。非破壊測定装置及び安定同位体などを用いて、メカニズムの解明をさらに進める予定である。

d) 本成果は、専ら日本の農業を対象としており、散布労力の低減を目的としたものであり、世界的な潮流には十分対応していない可能性がある。しかしながら、ロボット化することにより散布量を低減できる可能性も示されつつあるので、その点では、環境に配慮した研究であると考えている。

e) 単為結果性品種も日本でいくつか開発されたが、その実用化にはまだ時間がかかると考えている。着果処理ロボットは、自動ロボットシステムの一環として、収穫ロボット、自動搬送ロボット、植物情報収集ロボットと共通の構想のもとで開発してきた。着果処理ロボット単体を生産者へ普及させることは考えていない。

f) 最近 5 年程度で、植物工場事業において民間企業との研究コンソーシアム体制が構築された段階である。現在、一部の生産者と実証的な研究を推進しているが、今後は現場への先進技術導入を促進するために、より一層、生産者との連携を図る予定である。

## (2) 安全・省エネ・好適環境のための低コスト施設設計・環境制御技術の開発 (141b0)

本中課題は、ビニールハウス構造に与える強風圧、地震及び積雪荷重の影響を低減するという重要な課題に取り組んでいる。また、自然換気を利用した冷房の活用により、通年での生産性を増加させるという重要な研究にも取り組んでいる。温室の構造及び配置の実験には、特殊な風洞装置を用いている。構造解析そのものは優れているが、温室の耐風性を高めるような設計方法に関する提案はなされていないように思われる。本中課題と同じく温室の冷却方法を研究し、数値流体力学の手法を採用している中課題 141c0 との連携

協力の推進が望ましい。<sup>a)</sup>構造解析の結果から、温室設計のための、どのような指針が得られるのかが明らかでない。二重アーチ構造は、温室強度増強のための解決策なのだろうか。

<sup>b)</sup>積雪被害軽減のための優れた対策が提案されている。ただし、このような問題は、どの程度の頻度で起こっているのだろうか。また、<sup>c)</sup>温室内の長さ方向の温度差が示されているが、これが植物の生産性や管理の難しさとどう関わっているのかが不明である。細霧冷房が室温を2℃下げ、湿度を20%上昇させることが示されている。また、換気を悪くすることも示されている。<sup>d)</sup>細霧冷房を使うことを前提として、換気の良い温室を設計するための何か良いアイデアはあるのだろうか。

メンバー数が3人と最小のグループであるにもかかわらず、驚くほど多数の論文(22報)が発表されている。ただし、主要論文リスト6報の論文中、2報がシンポジウム論文集であり、査読論文とは見なされないActa Horticulturaeに発表され、また2報は「印刷中」となっていることは、予想外である。

#### (下線の指摘に対する回答)

a) パイプハウスには隣棟間隔等を考慮した風圧係数が定められていない。新しく得た風圧係数は温室構造の補強に有用である。構造の改良については今後の課題である。二重アーチ構造は、条件によっては他の補強方法に劣る。そのため、数ある補強オプションの一つであることに留意しなければならない。

b) 概算で毎年1%の温室が積雪荷重で被災している。今回提案した対策は非多雪地域における突発的な災害に対応するもので、発生頻度は常に高いわけではない。しかし、近年は発生頻度が高く、一旦発生すると被害が大きいことから、地方自治体や農家はその対策を深刻に意識している。

c) 主風向が温室の長さ方向のため、長さ方向に上流側と下流側ができるので、長さ方向に気温分布が形成されることを示した。この気温分布は温室内で生育ムラを発生させる要因となるので、温室内部の気温分布形成を予測できるようにしたことは、植物の生産性向上や適切な管理の参考となる重要な成果であると考えている。

d) 外気の温湿度条件と細霧噴霧量から最適な換気率を決定することは比較的容易であるが、自然換気条件では冷房による空気の下降と温度差による空気の上昇、及び外風による通気抵抗の変化などの複合した要因で決まるので、その換気率を正確に実現することは難しい。これらの要因のリアルタイムデータを見ながら各換気窓を制御する方法が1つのアイデアとして考えられる。近い将来、MEMS デバイス、特にマイクロセンサー等を活用して、空気の動きや換気窓の通気抵抗の変化を把握できるようになることで、このアイデアが実現できるようになると考えている。

### (3) 日光温室等の活用による温暖地における高収益・安定生産施設園芸技術の開発 (141c0)

本中課題の研究チームは、つくば市に研究拠点を置いておらず、主に西日本の中山間地域等における持続的な生産システムの開発を研究対象としている。本中課題は、この地域のために開発された分析ツールや温室の設計に関係する応用技術を導入させることを、主な目的としている。日本の耕作地の40%以上が中山間地域等にあるため、日本にとって特に重要なテーマである。<sup>a)</sup>省エネ、低投入持続型生産システム及び収量増加の研究課題そのものは、特定の地域を対象としているわけではないので、本中課題と同様に、エネルギーコストの削減や収量増加を目指している中課題 141a0 や同様に温室の冷房方法を研究し、数値流体力学を用いている中課題 141b0 などと、緊密な協力関係を構築することが望ましい。これらの中課題の研究グループと密接な協力関係が築かれているべきであった。

<sup>b)</sup>本中課題における研究は、多様な気象条件にさらされる中山間地域等で行われているので、当初の対象作物にとどまることなく、可能性のある他の作物へと研究対象を広げることが望ましい。商業的な可能性を探るため、また研究成果を生産者に還元するために、一部の研究は民間企業が関与して行われた。これらは、実用性の要請に前向きに答えるものである。

影響力が高いとは言えない科学誌ではあるが、多数の論文が発表されている。<sup>c)</sup>本中課題に携わっている研究者数からみれば、更に多くの論文が発表されてしかるべきだろう。<sup>d)</sup>他方、2011年に9件の特許を取得しているのは、飛びぬけて多い(ただし、評価者には特許の詳細も不明であり、これらの特許が農研機構に資金をもたらしてくれるようなものなのかについては、何とも言い難い)。

#### (下線の指摘に対する回答)

a) いくつかの研究課題では、中課題 141a0 及び 141b0 と連携して成果をあげている。例えば、二酸化炭素の効率的施用技術の開発においては中課題 141a0 と連携して研究を実施し、学術論文や研究成果情報<sup>\*</sup>により成果を公表した。日本型日光温室の開発では中課題 141b0 と連携して研究を実施し、学術論文や普及成果情報<sup>\*</sup>、「温室における循環扇の設置マニュアル」等により成果の普及を図っている。

※農研機構では、研究成果の中から、行政・普及機関、公立試験研究機関、生産者、民間企業が直ちに利用できる「普及成果情報」と、これらの機関等が直ちに利用できる成果ではないが、その内容が有用な基礎的・基盤的情報である「研究成果情報」を選定し公表している。

b) 中山間地域における高収益・周年安定生産に資するため、夏秋トマトを中心に技術開発を行ってきた。夏秋トマトにおいて高収益が得られる新たな栽培体系を開発・実証した。周年生産を図るため、トマト以外の作物(葉菜類、果菜類、山菜類)を用いた栽培試験を研究課題の中で実施してきたが、残念ながら際立った成果は出ていない。

c) 現時点で、数本の論文が投稿中となっている。中課題 141c0 では、生産者や府県の研究機関と協力して行う現地実証型の試験研究を中心に実施してきた。対照区を設けた試験を実施しにくい現地における実証研究を行っていることが、論文投稿が増えない要因かもしれない。

d) いくつかの特許については利益が上がると考えている。例えば、持ち運び可能なモノレール型半自動スプレーヤーは実際に(株)ニシザワから上市されており、太陽光により稼働し制御される日射制御型拍動自動灌水装も(有)プティオから売られている。他のいくつかの特許は防衛特許的なものである。

#### (4) イチゴ等施設野菜の周年多収生産システムの開発 (141d0)

本中課題は、アスパラガス、レタス、そして主としてイチゴの収量増加につながる農業技術の向上という構成で取りまとめられている。密植(可動式ベッド)と環境制御技術(たとえば、LED 補光、CO<sub>2</sub> 施用)を組み合わせることで、イチゴの収量が2倍以上に増加したのは印象的である。しかし、a) この高収量は、主に高光強度補光 (>400  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) によるものと思われる。そのため、これは費用対効果の高い手法であろうかと疑問に思う(投資コストと電気代が高い)。提案されている技術の全体像をより正確に把握するためには、経済的及びエネルギー的なコストの試算が必要である。このような実験の場合、提案している技術のより正確な評価が得られるように、異なる品種や遺伝子型を用いることが重要であると思われる。例えば、イチゴとアスパラガスでは、異なる生理学的特性を示す遺伝子型が存在し、それらの中には提案した農業技術をより有効に活用できるものがあるかもしれない(例えば、中性(中日性)イチゴ、低温要求量の異なる萌芽が早いあるいは遅いアスパラガス)。

蒸熱処理システムは優れた取り組みであり、局所加温(クラウン温度制御)は、エネルギーコストを削減するための革新的なアプローチである。イチゴや他の野菜の周年安定生産及び収量増加を目的とした栽培技術を開発する研究(クラウン温度制御技術、遠赤色光)は、科学的というよりも実用的な研究であると思われる(作用のメカニズムに関する仮説が不在である)。写真に写っている温室の屋根が高いように思うが、エネルギーコストを削減するために、温室の高さの方も低くすることはできないか。

日本では、一季成りイチゴが従来から栽培されているようであるが、中性(中日性)タイプの方が、環境制御されている植物工場での栽培に向いているのではないか。日本の品質基準を年頭に育種を行う必要があるかもしれない。b) 小規模農家のために、可能性のある代替作物を探索しているのは素晴らしいが、彼らがこれらの作物を販売できるよう、マーケティング面でのサポートが必要であろう。

論文リストの中には、インパクトファクターのある査読付き国際誌に発表されている論文もあるが、<sup>c)</sup>大きな研究グループ（5年間で平均12人の研究者が所属）にしては、発表論文数（11報）があまりにも少ない。

#### （下線の指摘に対する回答）

a) 補光についての経済的な評価を行っており、利益性が向上するデータを得ている。しかし、現状ではLEDの投資コストが極めて高いことから、この技術の費用対効果は低いと考えられる。近い将来、LEDが低価格となることを期待している。さらに、補光を行わずに環境制御を組み合わせることで、2月までの収量が1.8倍増加したという結果も得られている。数品種を用いた実験も実施済みである。

b) 小規模農家のためのマーケティング面でのサポートは必要であると考え、次期中長期目標期間においては、経済的評価やマーケティング面でのサポートに関する研究を行う予定である。

c) 示した論文数には前期（第2期）の中期目標期間に行った研究に関する論文は含まれていない。我々は、イチゴやアスパラガスの栽培研究に取り組んできた。これらの研究には比較的長期間を要する。しかし、得られた結果は着実に論文として発表しており、今後、多くの論文を発表するつもりである。

#### （5）生育開花機構の解明によるキク等の主要花きの効率的計画生産技術の開発（141e0）

キクの開花を調節する分子メカニズムに関する研究や異なる波長の光がもたらす開花調節効果の違いに関する研究の質は高く、論文は影響力の高いジャーナルに掲載された。ここで得られた知見は、遺伝子操作による開花調節方法の実用化を目指した議論を行う中で、有効に活用されなければならない（例えば、対立遺伝子変異、選択的検出）。<sup>a)</sup>しかしながら、ここで得られた知見が、キクを特定のピーク需要期に合わせて栽培しながらも、全体的な安定供給を維持できるようなシステムを構築するための品種育成あるいは新しい栽培戦略に活用できるようになるまでには、まだまだ長い道のりが必要である。品種育成や中課題141a0（栽培技術）との関係を強化するような働きかけが必要である。日長反応性の高い植物は、温室環境下で管理され栽培されているとはいえ、中性植物の方が管理しやすいように思える。<sup>b)</sup>光周性植物を、中性植物に転換させる研究を次の目標にされてはいかかであろうか。

重要な成果としては、トルコギキョウの栽培において、日中温度と夜間温度の調節ならびにCO<sub>2</sub>施用を合わせて実施することで省エネ効果が得られるという研究が挙げられる。温度調節（高昼温・低夜温）を導入することで、トルコギキョウの冬期生産サイクルにおけるエ



エネルギー消費量を削減するという研究は評価に値する。○将来における CO2 供給システムの開発というテーマに関しては、中課題 141a0 の協力を得ながら推進することを強く推奨する。

本中課題では、5 年間に平均して 10.5 人が関わったが、33 報という満足できる数の論文が発表された。科学的にレベルの高い成果を出し、数多くの論文が高いインパクトファクターを持つジャーナルに掲載された。

#### (下線の指摘に対する回答)

a) 指摘のように、現時点では分子生物学的な知見を直ちに生産技術に利用することは困難であるが、中課題 141a0 における野菜の研究者との協力関係を深め、早い時期の現場実装を目指したい。一方、分子生物学的な取り組みについては、得られた成果から遺伝子型に基づく品種開発に活用できるよう研究を展開したい。

b) 品目によってはご指摘のような目標も想定されるが、キクの場合、短日性は日長調節による開花調節を行うための有用な性質である。生産者は、むしろ日長によって開花が厳密に制御できる夏秋ギク品種の開発を求めている。

c) 中課題 141a0 における野菜の研究者との情報交換及び連携に努め、花きの効率的な CO2 施用技術の開発を進めたい。

#### (6) 果菜類の高品質化・生産性向上に資する品種・系統の育成 (141f0)

品種育成に関する優れた研究が行われ、革新的な親系統、新しい F1 品種や台木が育成された。また、改良された単為結果性ナス F1 品種を発表し、メロン黄化えそウイルスに対する優れた抵抗性を持つキュウリ系統の開発に成功し、さらに、この形質に係る量的形質遺伝子座 (QTL) を同定して、これをマーカーアシスト選抜法として活用できるようにすることに成功した。加えて、イチゴの新品種を 1 つと、ピーマンでは 3 つの新台幣品種の育成に成功し、養液栽培適性の高いトマトの新交雑種の開発にも成功している。

a) 一方、本中課題の目的には、高い加工品質を有する品種・系統の開発の記載はあるが、保存期間 (加工されていない生鮮食品) に関する記載が抜けているようだ。b) どのような遺伝子型であれば、高い養液栽培適性を有するということになるのだろうか。養液栽培適性が高いといえるために必要な特性のより詳細な内容を知りたい。光や温度がそれぞれ異なるため、品種改良が進むにつれて特定の生産サイクル (春、夏、秋、冬) に適合する種を選別していくことが有益と思われる。また、「トマト安濃交 8 号」と「トマト安濃交 9 号」の両方が、高い収量や高い可溶性固形物含量を示すことの根底にある生理学的な理由を解明できれば興味深いであろう。

特定の地域や生産サイクルのためのイチゴ品種の開発は、称賛に値する研究である。<sup>c)</sup>光周性品種を対象に研究を継続されているようだが、中性品種の開発に取り組まれてはいかがであろうか。管理された環境下で栽培されているので、このことにより、結実促進及び収量増加のために日長を考慮する必要性をなくすことができるようになる。

いくつかのアジア諸国と開始した食料及び農業のための植物遺伝資源の特性解析、評価、及び活用のための連携活動は、大いに評価できる試みである。ところで、イチゴについてはどのようなものがあるのだろうか。

5年間に平均して13人の研究者が本中課題の研究に携わったことからすると、発表された論文数(22報)が若干少ないように思われる。一般論として、実用的な品種育成研究では、高いインパクトファクターを持つジャーナルに数多くの論文を発表することは大変難しいが、この研究グループのメンバーの論文は、査読誌にも掲載されている。<sup>d)</sup>高いインパクトファクターを持つ国際的な査読誌への掲載を、積極的に推し進めていただきたい。

#### (下線の指摘に対する回答)

a) 果実品質として、食味と加工適性を想定しており、棚持ち性向上は育種目標としていない。生鮮食品としての棚持ち性は、市場流通上、特に輸出に関しても非常に重要な形質と認識しており、今後の育種目標として検討する予定である。

b) 養液栽培適性育種では、草勢を強くしても着果性・果実肥大性が低下せず、食味・外観の優れた個体を選抜してきた。結果として、選抜された適性の高い系統は、節間が長く、小葉が大きい。これらの形質と養液栽培適性との関係については不明だが、これから明らかにすべきと考えている。

c) 日本の環境下では、中日性 (Day-neutral) 品種と四季成り性 (Long-day) との明確な区別ができず、ともに長日下で花芽分化する四季成り品種として扱われている。ご指摘いただいたように、日本で主流の秋から春まで収穫する促成栽培においても、短日処理よりも長日処理の方が容易であることから、結実促進や収量増加 (収穫期間の延長) を目的として四季成り品種の利用が試みられている。

d) 実用的な品種育成研究の過程において得られた新知見を論文としてきたが、今後もより高いインパクトファクターを持つジャーナルに投稿するように努めたい。

#### (7) 野菜におけるゲノム情報基盤の構築と利用技術の開発 (141g0)

本中課題は、遺伝改良研究の中でも最先端の研究であり、野菜類の高度な品種改良と栽培のための分子テクノロジーの開発に焦点をあてている。トマトゲノムコンソーシアムへの

参加やナスゲノムのドラフト塩基配列情報の作成は、トマト及びナスの品種育成を支援するゲノムツールの開発を可能とするものである。<sup>a)</sup>この点を踏まえ、これまで以上に中課題 141f0 と密接な関係を築かれることが望ましい。また、そのような協力関係が既にあるのであれば、その事実を示すことが望まれる。ナスの研究を促進するためには、トマトゲノムについて公表されている、より多くの情報を活用する必要がある。

トマトやナスの単為結果性に関する研究は、本大課題全体に対して意義深い研究である。単為結果性の重視は、この特性が果実の質を向上させ、また生産を安定させるるので大変有意義なことである。本研究の成果は、今後の収量増加や人件費の抑制に結びつく可能性がある。いくつかの単為結果性原因遺伝子の単離、果実形成、ならびに詳細な遺伝子地図の作成は、全て問題解決において適切な成果である。これらは、マーカーアシスト選抜ならびに精度の高い品種改良を行うにあたって有用である。<sup>b)</sup>トマトやナスのゲノム選抜を行うという視点には、同時に、適切な自動可動フィールド装置の使用による、あるいは開発することで可能となるハイスループット表現型解析手法の活用が必要である。

<sup>c)</sup>5 年間で平均 8.5 人のメンバーが所属していたわりには、13 報という論文数は少ないように思える。主要論文のリスト（論文数は 5 報であるが、本研究グループ所属の研究者が筆頭著者となっているのは 1 報のみである）からは、このグループの論文が、影響力の高いジャーナルに掲載されていることが見て取れる。

#### （下線の指摘に対する回答）

a) 中課題 141f0 との間では、トマトのゲノミックセレクションの試行、ナスの単為結果性・とげなし性・土壌病害抵抗性品種のマーカー選抜育種、イチゴの炭そ病抵抗性 DNA マーカーの開発など多くの研究課題を共同で担当している。研究の途上にあるため中心的な話題としては取り上げなかったが、両中課題（141g0 及び 141f0）の研究者は、既に密接に連携しており、その重要性も認識している。

b) 自動可動フィールド装置によるフェノーム研究やハイスループット表現型解析は、極めて先導的な研究分野であるが、その農業技術開発におけるポテンシャルはまだ明確ではないため世界的な動向を注視する必要があると認識している。平成 28 年度からの次期中長期目標期間において、この研究分野について積極的な情報収集を行い、必要に応じて予備的検討に着手したい。

c) 当グループの研究者は、ハイインパクトなジャーナルへの論文掲載を狙い、数よりは質を重んじる傾向があり、そのことについてご理解頂いたことはありがたい。とはいえ、論文数についてのご指摘は当を得ており、研究成果の公開について更なる最大限の努力が必要である。なお、提示したリストのうち、本研究グループ員が筆頭著者である論文は正しくは 2 報である。また、他の 2 報は本研究グループの研究者がリーダーシップを取って外部機関

と連携して行った共同研究の成果であり、うち 1 報は当研究グループの研究者が責任著者となっているものであることを付記したい。

#### (8) 分子生物学的手法による新形質花きの創出 (141h0)

本研究の科学的な質の高さは、疑いようもない。このことは、発表論文数や特許取得数を見ても明らかである。主要論文は、全て高い影響力を持つ国際的なジャーナルに掲載されている。遺伝子工学によるキクの青色花卉の作成及びキク花卉におけるフラボノイド蓄積の分子機構の解明、ならびに、カーネーションの分子地図、ドラフトゲノム配列の作成、及び品種改良において、重要な形質の QTL の同定は、全て本研究グループの重要な成果である。

a) 懸念があるとするならば、それは大課題全体ならびに現在の日本の施設園芸が直面している問題との関連性が不明確なことである。さらに言えば、ここでのモレキュラーな研究を、どのようにして現実の品種育成で活用するのかということに関する明確なビジョンがないことも懸念として挙げられる。育種家は、この成果をどのように活用したらよいのだろうか。どのようにしたら研究成果を品種育成に活用できるのかを、これまで以上に分かりやすく説明することが望ましい。

b) 花色の決定機構に関する研究は、大変興味深い。青色のキクを形質転換で生み出すことは、実現性の高い方法のように思えるが、遺伝子の流出を防ぐ方策を立てる必要がある。つまり、青色品種は、全て子孫が残せないようになっている必要がある。供試した 100 品種のうち、ほんのいくつかの品種だけが有用な青色品種に転換された。したがって、数多くの特徴を持つ青色のキクを開発するためには、おそらく、既に形質転換された品種との更なる品種改良が必要となるであろう。c) 研究成果の取りまとめとして、この研究が新たな花き品種の開発に役立つと書かれているが、これまでのところ育種家との協力関係は築かれていないようである。実際の園芸に対して真の影響力を持たせるには、育種家との協力関係の構築が必須と考えられる。

#### (下線の指摘に対する回答)

a) 遺伝子組換え研究については、青系花色キクの実用化を目指した取り組みを実施している。また、カーネーション育種に有用な選抜マーカーについては、既に育種プログラムにおいて病害抵抗性等の選抜に活用している。

b) 青系花色キクの実用化のために、雌性稔性と雄性稔性の同時不稔化技術等、交雑性による生物多様性影響リスクを低減するための技術開発に取り組んでいるところである。

c) 青系花色キクについては、民間育種事業者と連携して実用化を目指した取り組みを実施している。また、カーネーション育種についても、愛知県と共同で新品種を育成するなど、

連携協力関係を構築して取り組んでいる。引き続き育種事業者との連携を深化したい。