

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H02197

研究課題名（和文）バラ生産群落における生産性低下要因のSDモデルを用いた解析と施設環境管理の最適化

研究課題名（英文）Analyses of negative factors affecting the cut flower productivity of the rose plant community for optimizing the greenhouse environmental conditions by using system dynamics models

研究代表者

土井 元章 (Motoaki, DOI)

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：40164090

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：アーチングバラの開花日、収量、品質を予測する作物モデルをシステムダイナミクス  
の手法を用いて構築し、予測値と実測値の間で生じる誤差の要因を解析することで、生産性低下要因を抽出し、  
モデルを活用した施設環境管理の最適化を目指した。折り曲げ枝の炭素獲得量の誤差の要因としては、夜間の呼  
吸量と晴天日午前中の光合成量の過大評価に加え、折り曲げ枝のLAIの季節変動が原因となり夏季に光合成量が  
過小評価されることが明らかとなった。また、到花日数の予測に瞬時値を用いた場合、高温側、低温側に閾値を  
設定する必要が生じた。二酸化炭素濃度に関しては、シンク強度に応じて高二酸化炭素順化が起こることが明ら  
かとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

園芸生産において、施設環境管理などの栽培管理には科学的な最適化の理論が欠落している。本研究ではバラの  
切り花生産を例として、システムダイナミクスモデルによって開花日・収量・品質を予測する作物モデルを構築  
し、実測値と予測値との間の誤差を解析することで、モデルの高精度化を図りうることを示した。  
具体的には、当初のモデルでは欠落していた光合成誘導反応、高二酸化炭素順化、LAIの季節変動、収穫枝のシ  
ンク活性の変化などの要因が誤差の要因として抽出され、その一部をモデルに取り込むことで、より精度の高い  
作物モデルが構築でき、生産者の意思決定支援ツールとして利用できることを示した。

研究成果の概要（英文）：To establish a methodology for optimizing the greenhouse environment  
control, a system dynamics plant model predicting the flowering date, yield and quality of arching  
roses was developed and negative factors affecting the cut flower productivity were elucidated by  
analyzing the errors between the measured value and the predicted value. As the error factors of  
carbon gain by bending shoots, overestimation of dark respiration during the night hours and  
photosynthetic rates during the morning hours of fair days and underestimation of photosynthetic  
rates during summer resulting from the seasonal changes of LAI were elucidated. It was necessary to  
set both high and low threshold temperatures when the days to flowering were predicted by using real  
temperatures. The carbon dioxide concentration was a factor affecting the photosynthetic rate but  
high carbon dioxide acclimatization occurred depending on the sink activities of harvest shoots.

研究分野：園芸科学

キーワード：園芸技術 施設環境管理 栽培管理 システムダイナミクスモデル 高精度化 二酸化炭素濃度 炭素収支 生育シミュレーション 炭素施用

## 1. 研究開始当初の背景

園芸生産システムは、作目とともに地域の気象条件や社会的要請を反映して形成される。日本の施設園芸生産においては、夏の高温というデメリットはあるものの、冬季の豊富な日射量を活かした西南暖地を中心とする作型別の生産システムが発達している。一方で、生産物の周年供給や品質に対する社会的要請は高い。このような状況のなかで、施設園芸生産の中核的技術である整枝管理や施設環境制御はこれまで生産者の経験に委ねられてきた。そこには科学的な理論は不在であり、我々の知識は断片的である。

システムの生産性を高めるには、システム構造を理解して、最適化することが必要となる。この課題に対して、モデリングの手法を活用して最適化するシステム工学的手法が有効とされる (Kim・Lieth, 2003)。これまで園芸学における生産システムのモデリング研究の対象の一つは開花や収穫時期を予測しようとするもので、回帰、重回帰、主成分分析に始まり、成長解析に基づいて成長指数を算出するような統計的モデルの開発が数多く進められている。もう一つは熱流体モデル等で、施設内環境やエネルギー特性をシミュレートすることで施設構造の改変や省エネに活用される (Lopez-Cruz ら, 2018)。

ところが、両者を合体して施設栽培される作物の成育や収量を整枝管理や施設環境との関係でモデリングした研究は少ない。この方面における唯一の先行事例はオランダのトマト生産において開発された TOMGRO や TOMSIM といった成育・収量モデルである。オランダではそのシミュレーション結果が経済性の判断や、コンピュータ制御による栽培管理や環境制御に活かされた点が注目される。

ここでバラ切り花の成育・収量モデルとして適用を考えるシステムダイナミクス (SD) モデルは、本来経済学/社会科学的システムの解析に向けて提唱されたモデリング手法である。ニューロモデルのようなシステム構造がブラックボックスとなるモデルと異なり、SD モデルではフローダイアグラムによる図式化がシステムズ思考を促し、システム構造が明確に捉えられる。

## 2. 研究の目的

システムダイナミクスは、要素間の因果関係を記述することで、数値シミュレーションを生成させるモデル化手法である (Inamoto ら, 2001)。本研究では、バラのアーチング栽培を対象として、温度、光強度等を入力パラメータとして折り曲げ枝群落および収穫枝群落の1日の炭素獲得量、到花日数、収穫枝への炭素転流量を予測するサブ SD モデルを合体し、開花日・収量・品質を予測する統合 SD モデルを構築してコンピュータ上でのバラ栽培を可能にする。サブ SD モデルや統合 SD モデルの検証の過程で予測値をバラ生産群落のもつポテンシャルと考え、炭素獲得量や転流転流量を低下させている要素を抽出して要素間の因果関係を解析し、この抑制を取り除く方策を提示する。モデルの修正と検証を繰り返す過程でシステム思考を展開し、SD モデルを活用した栽培管理の最適化理論の構築を目指す。

「バラ生産群落の成育・収量を予測する SD モデルの構築・検証において、予測値と実測値との間に誤差を生じさせる要素や要素間の因果関係は何か。」、「同時に、これらの要因を解析し、栽培管理を最適化する理論構築に SD モデルは有効なツールとなるか。」を学術的な問として設定し、モデルの高精度化を通じてその答えを得ることを目的とした。

## 3. 研究の方法

‘スイートアバランチェ’を用い、アーチングまたは切上げアーチング仕立ての生産群落を解析対象とした。SD モデルの構築と解析には Vensim ver. 7.3.4 (日本未来研究センター) を用いた。

### (1) サブ SD モデルの統合

温度、光強度、前回の開花日を入力パラメータとし、折り曲げ枝および収穫枝の1日の乾物生産量、到花日数、収穫枝への乾物転流量を予測するサブ SD モデルを合体し、収量や品質を予測する統合 SD モデルを構築した。

### (2) 統合 SD モデルの検証

統合 SD モデルを検証するため、2014年9月から2017年3月までの16回の開花フラッシュ (計18回のうち1回目および7回目のフラッシュを除く) を対象に、収量データと気象データを用いて統合 SD モデルの検証を行った。

### (3) 収穫枝への炭素転流率の妥当性

$^{13}\text{CO}_2$  のフィーディングによって得た転流率を組み込んだサブ SD モデルは検証できない。そこで、このサブモデルを統合 SD モデルに組み込んだ後予測される収量からその妥当性を判断した。

### (4) 生産性を低下させる要因の抽出、解析とモデルの改善

実測値と予測値の間の誤差の解析により、サブ SD モデルや統合 SD モデルの検証を行った際に生じる誤差をもたらしている要因を抽出し、誤差の補正を行うべく、そのいくつかについて要因を解析してモデルに反映させることで、モデルの高精度化を図った。具体的には、以下の誤差要因について検討を加えた。

夜間の暗呼吸速度：当初折り曲げ枝群落の呼吸速度を光-光合成曲線の y 切片の値から温度関数として求めるサブモデルを構築したところ、夜間の呼吸速度が過大予測された。そこで、暗黒下で温度を変えて呼吸速度を計測し直すことで、モデルの修正を行った。

光合成誘導反応：日射量の急激な低下と上昇が起こる際の光合成速度の変化様相を個葉の光合成測定によって明らかにし、乾物生産に及ぼす影響を推定した。

LAI の季節変動：LAI に関しては、日射量が多い時期に増加、少ない時期に減少すると考えられ、これを光合成能力の季節変動パラメータとしてモデルに組み込むこととした。2021 年度は折り曲げ枝群落の画像を非破壊で撮影し、緑被率 (C) から LAI の推定を行った。緑被率と LAI との関係は、LAI が 4 以下の範囲で指数関数  $LAI = 0.446 e^{0.021C}$  ( $R^2 = 0.781$ ) で近似できた。週単位で画像データから求めた LAI の推定値を毎年プロットし、正弦関数を用いて近似した。カレンダー上の日付から求まる LAI の推定値を係数化し、折り曲げ枝群落の光合成速度を補正する補助パラメータとして利用した。

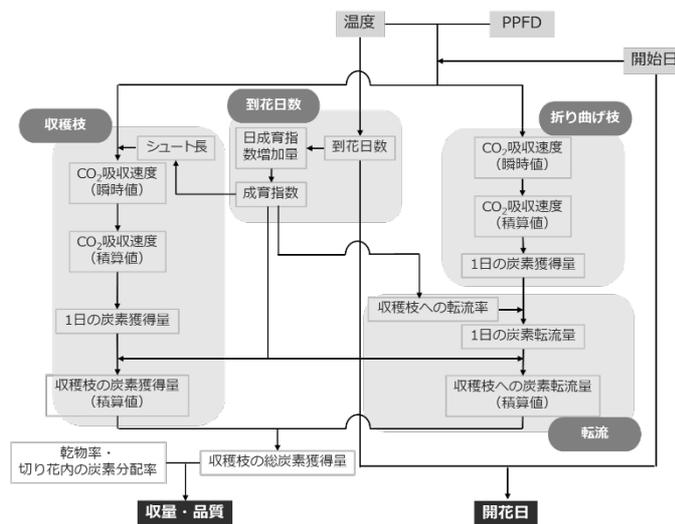
成育指数を予測する際に用いる温度域値：これまでの研究から、到花日数 (y) はフラッシュ間の平均栽培温度 (x, 単位°C) で表記でき、 $y = 199.92 e^{-0.065x}$  ( $R^2 = 0.9322$ ) として近似できる (Shimomura ら, 2003)。ここから、日成育指数増加量は、 $y = 0.005 e^{0.065x}$  として表記でき、これを収穫枝の成育開始 (開花フラッシュのピーク) 以降積算していくことで、DVI が 1 を越えた日が次の開花フラッシュのピークとなる。また、この関数は栽培温度が上昇する時期でも、下降する時期でも適用可能であり、品種が異なっても多くの切り花品種に適用可能であることが確認されている。しかし、成育指数の積算を時間単位で行うと、回帰式を外装しなければならない温度帯が出現することから、成育指数の推定値が過大評価されやすくなる。結果、収量や品質の推定値にも大きな影響が出ることが予想される。この問題を解決する方法として、上限温度と下限温度の閾値を設ける手法について検討した。

高二酸化炭素順化：高二酸化炭素濃度に対する馴れによる施用効果の減少程度を評価した。また、収穫枝の切り戻し時期を変えて順化の様相を把握した。一方、慣れが発生した葉の形態的特性やクロロフル含量などを明らかにした。これらの結果を基に、効率的な二酸化炭素施用の方法についての改善策を検討した。

炭素分配率を低下させる要因の解析：収穫枝のシンク強度、日射量や夜温を変えた場合の乾物転流率を計測し、炭素分配率を増加させる方法について考察した。

#### (5) 統合 SD モデルの高精度化と他品種への適用

以上の結果を踏まえてシステム思考を展開し、統合 SD モデルを修正して統合 SD モデルの高精度化を図り、予測が実用に耐えるレベルであるかの検討を行った。また、‘スイートアバランチ’以外のいくつかの品種にモデルを適用し、開花日・収量・品質を予測して、実測値と比較した。



第1図 バラ生産群落の炭素収支をシミュレートする統合SDモデルの構造

## 4. 研究成果

### (1) サブ SD モデルの統合 (第1図)

統合 SD モデルは、SD モデル構築用ソフトウェア Vensim ver. 7.3.4 (日本未来研究センター) 上で構築し、モデル構築後の計算は Excel (Microsoft) を用いて行った。統合モデルは開花日と成育指数を予測するサブモデル 1、折り曲げ枝の炭素獲得を予測するサブモデル 2、収穫枝の炭素獲得を予測するサブモデル 3、転流量を予測するサブモデル 4 の 4 つのサブモデルで構成した。温度および PPFD とシミュレーション開始 (直近の開花フラッシュ) 日を入力パラメータとして、以下のステップを 1 サイクルとしてシミュレーションを行う構造とした。なお、温度および PPFD の入力間隔は 1 時間とした。

- 1) サブモデル 1 により温度から日成育指数増加量を算出し、これを積算して成育指数を求める。
- 2) サブモデル 2 により、温度および PPFD を用いて、折り曲げ枝の炭素獲得量を算出する。
- 3) 成育指数から収穫枝の成長段階を予測し、温度および PPFD を用いてサブモデル 3 により収穫枝の炭素獲得量を算出する。
- 4) サブモデル 4 により成育指数から転流率を求め、折り曲げ枝の炭素獲得量を乗じることで収穫枝への日炭素転流量を算出する。これを収穫枝の炭素獲得量に加算して積算していく。
- 5) 成育指数が 1 を越えた時点をシミュレーション終了とし、開花日と切り花長を出力する。
- 6) 成育指数 1 の時点の収穫枝の炭素蓄積量を乾物重および新鮮重に変換して出力する。

### (2) 統合 SD モデルの検証

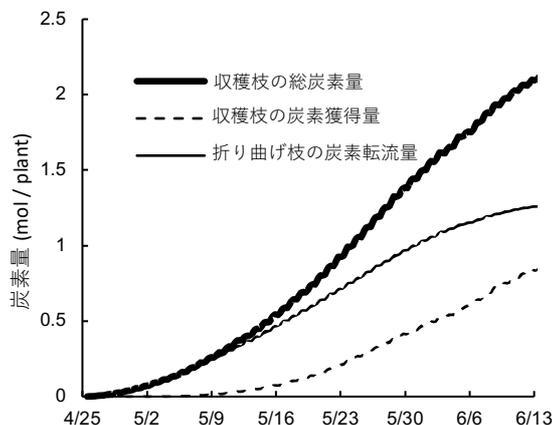
2014年9月から2017年3月までの16回の開花フラッシュ（1回目および7回目のフラッシュを除く）を対象に、収量データと気象データを用いて統合SDモデルの検証を行った。結果、収量を正確に導出するには、到花日数およびその逆数としての日成育指数増加量が正確に予測されなければならない、そのために低温側と高温側に閾値を設定して予測精度の向上を図った。

到花日数は±6日程度の予測精度で、必ずしも十分な精度ではないが、まずはこの修正モデルを用いてLAI=3の折り曲げ枝をもつ群落の予測値を導出し、収量において予測値と実測値にどのような誤差が生じているかを明らかにした。切り花長は春から夏にかけてやや低く予測され、収量として出力した切り花の新鮮重もこの時期に低く予測された。この原因は(4)で述べるLAIの季節変動によると考えられ、春から夏にかけて折り曲げ枝群落のLAIは3以上あり、実際の光合成量がシミュレーション値よりも高くなっていったことが考えられた。

### (3) 収穫枝への乾物の転流率の妥当性

(第2図)

収穫枝の発育ステージ別の<sup>13</sup>C<sub>2</sub>フィーディングの結果をもとに、折り曲げ枝から収穫枝への転流率を成育指数に対して上に凸の二次関数で近似し、 $y = 140.36x^2 + 138.89x + 4.2513$  ( $R^2 = 0.827$ )を得た。転流量を予測するサブモデル4)にこの関係式を組み込み、その日の発育指数と折り曲げ枝の炭素獲得量から転流量を求めた。到花日数50日の1回の開花フラッシュについて転流量を予測したところ、シグモイド状の曲線を描いて増加し、開花時に炭素獲得量の約3/2が折り曲げ枝から転流する炭素によって賄われる結果となった。乾物重の予測誤差は-6%であるが、この時実測した群落のLAIは3.0以上あり、転流率に関しては概ね妥当な数値となっていると考えられた。



第2図 春の開花フラッシュにおける収穫枝の総炭素量に占める炭素獲得量予測値と折り曲げ枝からの炭素転流量予測値の推移

### (4) 生産性を低下させる要因の抽出、解析とモデルの改善

夜間の暗呼吸速度：光合成計測時の暗呼吸速度 (a) の値は、残存する光呼吸速度を含めて計測している可能性があることから、この値を用いて推定した夜間の暗呼吸速度は過大評価されたと考えた。そこで、暗黒下で温度を変えて暗呼吸速度を計測したところ、28℃以下ではより低い呼吸速度となり、この関係式を利用して折り曲げ枝の炭素獲得を予測するサブモデル2を修正したところ、夜間の暗呼吸速度はより小さく推定され、実測値との誤差が縮小した。

光合成誘導反応：折り曲げ枝の炭素獲得を予測するサブモデル2による昼間の炭素獲得量が過大推定されたことから、1日の炭素獲得量を時間軸に沿ってプロットしたところ、晴天日の午前中10時ごろまでの間に実測値が予測値を大きく下回っていることが明らかとなった。この時間帯は暗黒から光強度が増加する時間帯であり、光合成誘導によるタイムラグが生じて光合成速度が光強度に追従できないことが原因ではないかと考えた。そこで、光強度を暗黒から2000  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  まで増加させた場合と逆に低下させた場合の個葉の光合成を光合成蒸散測定装置 (Li-6400XT、Li-Cor) により計測した。結果、光強度を増加させた場合の光合成速度は、減少させた場合に比べ10%程度低い値で推移し、実測値と予測値との間の誤差の原因の一部が光合成誘導反応によることが推定された。ただし、実際の誤差は30%以上あることから、気孔の開度などの光合成を律速する別の要因についても検討する必要がある。

LAIの季節変動：折り曲げ枝の炭素獲得を予測するサブモデル2を構築する際に用いたデータセットは、折り曲げ枝群落のLAIを3.0として計測したものである。従って、年間を通じた折り曲げ枝群落のLAIの季節変動がモデルには反映されていない。(1)で構築した統合SDモデルを用いて収量を予測したところ、夏季に収量が低く見積もられる傾向にあり、その原因として、LAIの季節変動を考えた。そこで、LAIの季節変動を把握して予測値を修正することを試みた。

折り曲げ枝群落のデジタル画像から得た被覆率より、 $LAI = 0.446 e^{0.021C}$  (C: 被覆率) の近似式を用いてLAIを求めることで、年間を通じてLAIの季節変動を非破壊で計測した。この値を1月1日より週単位でプロットしたところ、LAIは開花ピークを迎える前にやや低下するものの、7月下旬に最大値3.75、1月下旬に最低値2.65をとる正弦関数  $LAI = -0.55\sin(0.0172x + 1.1563) + 3.2124$  ( $R^2 = 0.758$ ) で近似できた。ただしxは1月1日からの日数である。今後LAIが3.0の折り曲げ枝群落を基準として、LAIの増減が光合成速度や呼吸速度に及ぼす影響を評価し、LAIの推定値を係数化して折り曲げ枝群落の光合成速度を補正する補助パラメータとして活用することを考えている。そのためには、若干の補足データを得る必要がある。

そこで、ここでは単純に推定LAI/3.0を切り花新鮮重に乗じて収量予測値の補正を行ったところ、補正前の誤差の変動幅は±30%程度あったが、補正後は±20%程度にまで縮小し、誤差の平均は6.3%となって十分に実用に耐える予測ができるようになった。

高二酸化炭素順化：施設生産される園芸作物にとって、二酸化炭素施用は光合成を促進して収

量を増加させる重要な環境パラメータである。本研究でも、二酸化炭素濃度と光合成との関係を把握しようとしたところ、実験ごとにデータが安定せず、二酸化炭素濃度を高めても光合成が促進されない事例に出くわすこととなった。この点について詳細に検討したところ、収穫枝が発達に伴って自らも光合成を行うようになりシンク活性が低下することで、折り曲げ枝群落でトリオースリン酸律速が起こることが原因であるという結論に到った。形態的にも、トリオースリン酸律速が起こると葉が厚く小型になった。二酸化炭素濃度を補助入力パラメータとして統合SDモデルに組み込むことは断念したものの、最もシンク活性が高く炭素の転流率が高い時期に限って二酸化炭素施用を行えば、トリオースリン酸律速を回避して効率的に二酸化炭素施用を行うことができるとの提案をすることができた。

炭素分配率を低下させる要因の解析： $^{13}\text{C}$ CO<sub>2</sub>施与後3日間の日射量（無遮光と70%遮光）や夜温（20℃と15℃）を変えて転流率を計測した。採花母枝および収穫枝に転流した割合は70%遮光区（38.5%）で無遮光区（30.9%）に比べてやや高い転流率となった。一方、夜温を変えた影響は見られなかった。曇天日が続く場合には転流率が増加している可能性が示唆された。

#### (5) 統合SDモデルの高精度化と他品種への適用

SDモデルは機構的なモデル化手法の一種で、モデル構造が見えており、要素間の関係を変更したり新たにパラメータや要素を追加したりすることで、シミュレーションの予測精度を向上させることができる。本モデルを‘スイートアバランチ’以外の品種に適用すると、到花日数はおおむね良好に予測できたものの、収量や品質はその品種の特性を反映して大きな誤差を生じた。しかし、品種に応じて係数や関数を乗じたりすることでモデルを補正して予測精度を上げることが可能である。ただし、注意しなければならないのは、補正が人為的で過度にならないようにしなければならないことであり、モデルの補正はあくまで品種特性を反映させる形で行うことが重要である。そうすることでSDモデルはより発展的で発見的な構造をとることになる。

本研究で開発した統合SDモデルでは、出力パラメータとして切り花本数を設定しておらず、収穫枝の本数は成り行きの本数となっている。切り花本数は株の齢や季節変動が大きく、また整枝や摘芽によりある程度は人為的に調節することができる。また、栽培途中でもある程度正確に本数を把握できる。ある開花フラッシュの株あたり収量が210gあったとして、3本収穫すれば平均切り花重は70g、4本収穫すれば52gと推定できる。ただし、切り上げ整枝により多くの収穫枝を発生させた場合には、収穫枝のシンク活性が高まることにより炭素転流率が増大することから、収量が新鮮重で10~20%増加することが知られている。

モデルの予測精度を高める方法として、非破壊で実測可能な成育データ、例えば収穫枝のシュート長や発雷などを使って温度から得られる成育指数の積算値を補正する方法がある。これにより補正以降開花までに必要な成育指数の積算量がより正確に把握でき、環境管理に活かすことができる。目的とする日の開花去るために必要な1日の成育指数増加量が分かれば、天候に応じて昼夜の設定温度を変更することができる。また、天気の中長期予報も活用可能になる。

#### (6) 学術的な問に対する答え

「バラ生産群落の成育・収量を予測するSDモデルの構築・検証において、予測値と実測値との間に誤差を生じさせる要素や要素間の因果関係は何か。」については、(4)で議論したとおりであり、モデルを構築して検証する過程でいくつかの要因を抽出し因果関係を明らかにすることができた。これらの要因のうち最初から考慮しなければならないと考えていた要因は二酸化炭素濃度などわずかであり、しかも二酸化炭素濃度については、モデルへの組み込み作業を行う過程で高二酸化炭素順化という新しい現象が明らかになるなど、発見的であった。また、「同時に、これらの要因を解析し、栽培管理を最適化する理論構築にSDモデルは有効なツールとなるか。」については、SDモデルにより構築された作物モデルは、その構造に作物の生理過程が反映されていること、統計的な手法のようにブラックボックスとなっている部分がなく、要因間の因果関係が明示できていることから、高精度化を目指す過程でのシステムズ思考を通じて新しい発見があり、理論構築のベースとして活用できる十分に有効なツールであると考えられた。ここで開発したSDモデルでは、炭素の獲得と転流を通じて収量を形成するという比較的単純なモデル構造を作り上げることに成功しており、バラ切り花生産の経営の生産者の意思決定を支援する有効なツールとなることが期待できる。

#### 引用文献

- Inamoto, K. et al. 2001. Application of a dynamic growth simulation model to hydroponic production system for cut tulip. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70: 310-314.
- Kim, S. H. and J. H. Lieth. 2003. A coupled model of photosynthesis, stomatal conductance and transpiration for a rose leaf (*Rosa hybrida*). Ann. Bot. 91: 771-781.
- Lopez-Cruz, I. L. et al. 2018. Development and analysis of dynamic mathematical models of greenhouse climate: a review. Eur. J. Hort. Sci. 83: 269-280.
- Shimomura, N. et al. 2003. Cut flower productivity and leaf area index of photosynthesizing shoots evaluated by image analysis in “arching” roses. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72:131-133.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Isobe, C., S. Kajihara, Y. Tanaka, K. Yasuba, Y. Yoshida, K. Inamoto, G. Ishioka, M. Doi and T. Goto	4. 巻 89
2. 論文標題 Effects of harvest shoot stage on partitioning of photosynthates originating from bent shoots in the modified arching technique of cut rose production	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Horticulture Journal	6. 最初と最後の頁 278-283
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2503/hortj.UTD-116	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 林 駿介・稲本勝彦・後藤丹十郎・土井元章
2. 発表標題 バラアーチング栽培における開花日・収量・品質を予測するシステムダイナミクスモデルの検証
3. 学会等名 園芸学会令和3年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hayashi, S., I. Ono, M. DOI, K. Inamoto, C. Isobe and T. Goto
2. 発表標題 Developing a system dynamics model for predicting the flowering time, yield and quality of cut roses trained by a shoot-bending technique
3. 学会等名 The 3rd Asian Horticultural Congress (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野伊織・稲本勝彦・後藤丹十郎・土井元章
2. 発表標題 システムダイナミクスモデルの検証から明らかになったバラ生産群落の光合成誘導反応
3. 学会等名 園芸学会平成30年秋季大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	後藤 丹十郎  (Goto Tanjuro)  (40195938)	岡山大学・環境生命科学学域・教授    (15301)	
研究 分担者	稲本 勝彦  (Inamoto Katsuhiko)  (50223235)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・野菜花 き研究部門・ユニット長   (82111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------