

被災地域復興のための研究開発を進める上での課題  
Problems to be addressed for recovery and reconstruction of  
disaster regions through research and development

宮城大学 大泉一貫  
Kazunuki Oizumi, Miyagi University

東日本大震災から復興の状況  
Recovery from the Great East Japan Earthquake

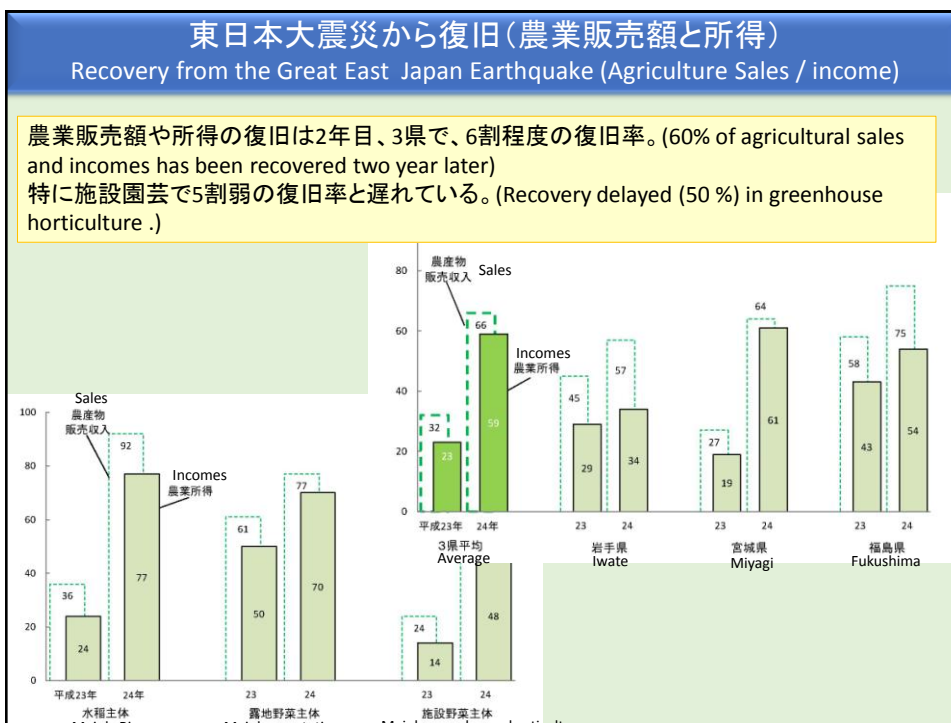
- 農地については約7割弱が復旧済み。(Farmland: almost 70% has been recovered.)
- 漁港については、約4割の漁港で陸揚げ機能が回復。(Fishing ports: The capacity to discharge has been recovered at almost 40% of the affected ports.)
- 水産加工は約7割で操業開始。(Fishery Processing Industry : almost 70% of the affected facilities has been revived.)

項目	被害状況 Damage	進捗状況 Recovery (%)	備考
Farmland	<b>農地</b> (26年7月末時点) 6県(青森・岩手・宮城・福島・茨城・千葉)の津波被災農地 →21,480ha	<b>63%</b> (約5,479haで復旧再開が可能)	津波被災農地については、「農業・農村の復興マスタープラン」に基づき、被災農地の復旧再開に向けて、農地復旧や除塩を実施中。
	<b>農業経営体</b> (26年8/11時点) 津波被害のあった農業経営体(東北・関東6県) →約10,100経営体	<b>50%</b> (約5,070経営体が経営再開)	経営体再開した約5,070経営体は、農産生産調整の対策を講じたはその事業の一部でも再開した経営体を含む。(26年3/11時点)(東北・関東6県)
Wood processing facilities	<b>木材加工流通施設</b> (26年8月末時点) 津波等被害のあった木材加工流通施設の復旧(国が復旧を支援している施設41箇所)	<b>98%</b> (40箇所で復旧再開)	
Fishing ports	<b>漁港</b> (26年6月末時点) 陸揚げ岸壁の機能回復状況について(319漁港が被災)	<b>37%</b> (11箇所での岸壁の陸揚げ機能が回復) <b>47%</b> (107箇所)での岸壁に陸揚げ機能が回復) <b>14%</b> (45箇所)で岸壁に陸揚げ機能が回復 (4/27箇所が予定)	24年度末までに、被災した漁港の概ね4割において、陸揚げ岸壁の復旧を完了した。
Fishing vessels	<b>漁船</b> (26年7月末時点) 約2万9千隻の漁船が被災	<b>81%</b> (16,113隻が復旧)	24年度中に、水産基本計画の目標(25年度末までに1万2千隻)は達成。更に被災地の復旧を踏まえ27年度末までに2万隻まで回復を目指す。
Processing and distribution systems	<b>加工流通施設</b> 被災3県で被害があった産地市場(34施設) (26年6月末時点)	<b>68%</b> (被災3県) (27施設が業務再開)	岩手県及び宮城県の産地市場は、22施設すべてが再開。
	被災3県で被害があった水産加工施設(830施設) (26年6月末時点)	<b>75%</b> (被災3県) (623施設が業務再開)	27年度末までに再開準備委員会の施設を復旧・復興することを目標。

### 東日本大震災から復旧(再開経営数) Recovery from the Great East Japan Earthquake (Restarted entities)

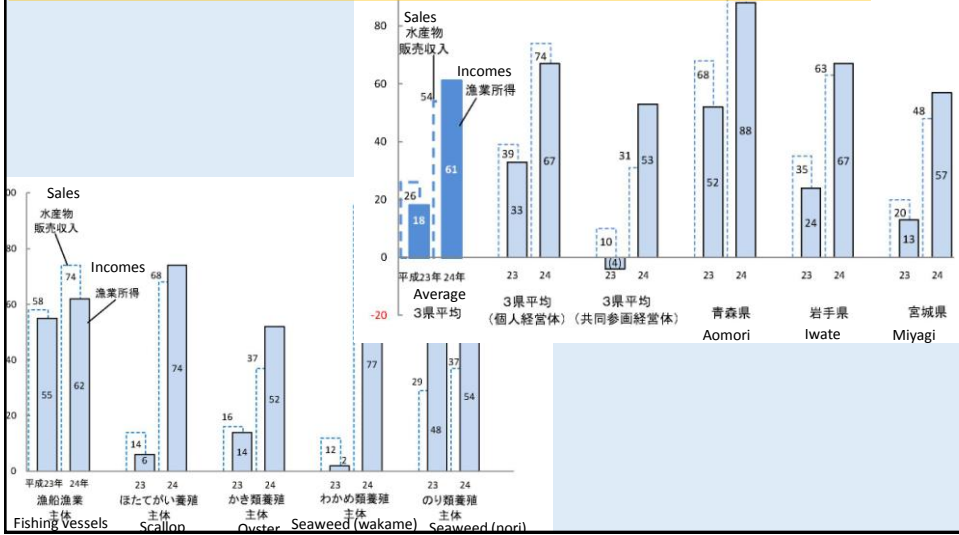
農業経営体は、85%が再開、漁業経営体は、98%が再開 (85% of the agricultural entities and 95% of fishery entities have restarted activities.)

県名 Prefectures	農業経営体 Agricultural entities				漁業経営体 Fishery entities			
	市町村数 Number of communities	経営体数 Number of entities		市町村数 Number of communities	経営体数 Number of entities			
		再開 Restarted	再開予定 To restart		再開 Restarted	再開予定 To restart		
青森 Aomori	—	—	—	—	2	7	7(7)	—
岩手 Iwate	6	57	51(44)	6	11	75	75(71)	—
宮城 Miyagi	9	203	164(127)	39	11	94	90(81)	4
福島 Fukushima	3	55	52(50)	3	—	—	—	—
計 Total	18	315	267(221)	48	24	176	172(159)	4



## 東日本大震災から復旧(漁業販売額と所得) Recovery from the Great East Japan Earthquake (Fisheries sales / incomes)

水産物の販売額や所得は5~6割の復旧率、ただこれは福島抜き、青森を入れた3県の復旧率(50 to 60% of the sales and incomes have been recovered, without excluding the Fukushima Prefecture and including the Aomori Prefecture.)



## 復旧・復興の現状 (Status of recovery and reconstruction)

復旧の進捗は、概ね6割程度、まだまだ時間がかかる可能性が高い。(60% recovery has been achieved. More time will be required.)  
 ★背景には、インフラの破壊、システムの破壊、既存概念の破壊、と言った震災による破壊の現実があり、人々は縮小再生産を余儀なくされている。(Infrastructure, systems and conventional concepts have been destroyed. Reduced reproduction is unavoidable.)  
 ★新たなシステムを構築しないと地域が萎縮する。「創造的復興が必要」(Without introducing a new system, the regional community may be declined. Creative reconstruction is necessary.)

① 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進、スマートコミュニティの創出

② 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

③ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

④ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

⑤ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

⑥ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

⑦ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

⑧ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

⑨ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

⑩ 両県のイート・ツーリズム推進(中核産業の創出)・成長の促進、水産物のプロセッシング産業、農林漁業の創出促進

単なる復旧ではなく創造的復興が必要  
(Not a simple recovery but a creative reconstruction is necessary.)

構築すべきなのは、競争力のある効率的な農林水産業の実現。

Competitive and efficient primary industry should be established.

三陸地方 : 水産業のサプライチェーン構築と法人化の実現

Sanriku region: supply-chain introduction and incorporation should be achieved.

仙台湾岸平野部 : 競争力のある農場の創出、大規模水田複合経営・園芸の導入

Sendai coastal plain region: competitive farms should be established (large-scale combined rice production and horticulture should be introduced.)

亙理・山元 : 集約大規模園芸農業、法人化と農業経営者の全国流動化・公募

Watari, Yamamoto regions: large-scale intensive horticulture should be established.

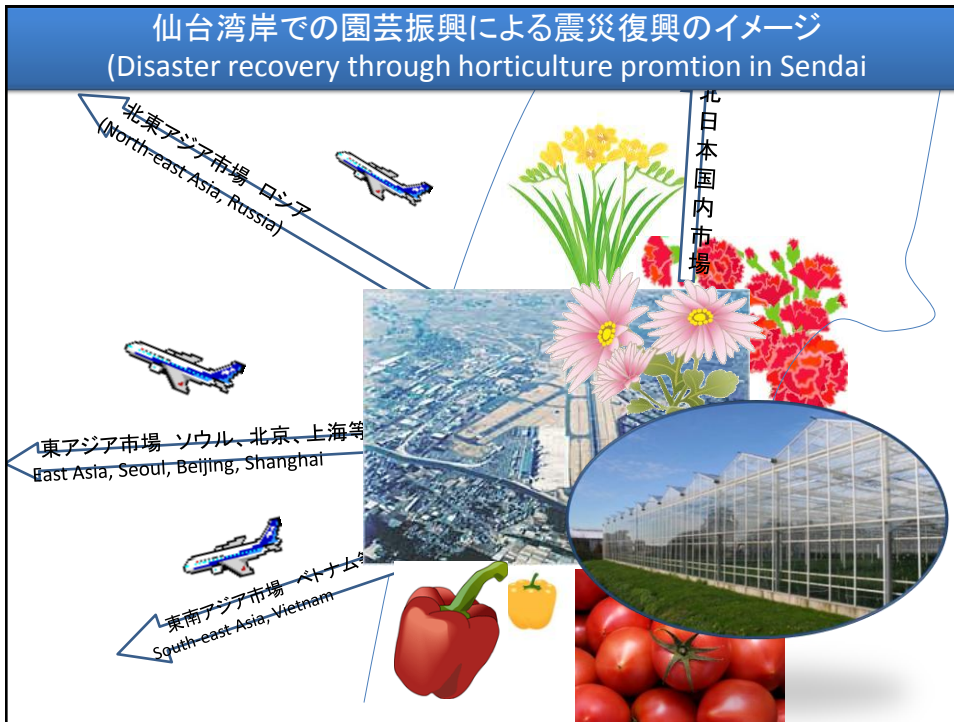
(Incorporation, selection of new farming entities from the public)

(イチゴ栽培が盛ん。およそ500戸で35億円の生産。塩害で悩む個人経営の産地を約300名で、1法人1億円35法人へ転換して経営力を付けてみてはどうか)

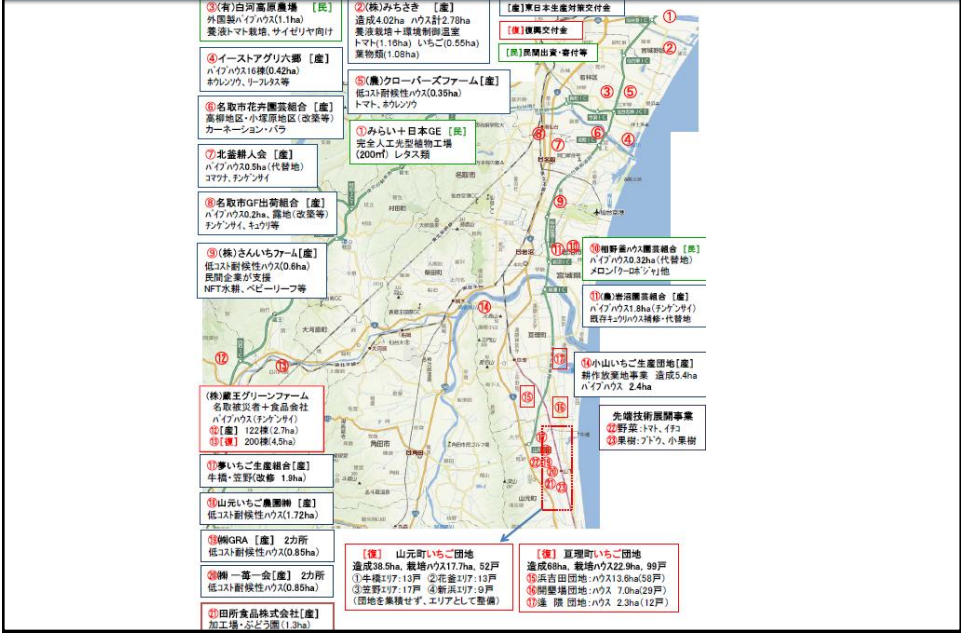


仙台湾岸での園芸振興による震災復興のイメージ  
Disaster recovery through horticulture promotion in Sendai

写真出典: オランダ大使館 「三菱グループ、千葉大学の太陽光利用型トマト直物工場」、農業共同組合新聞HPより



## 旧来からの園芸も復興しつつある Conventional horticulture is also being recovered and reconstructed



## 宮城県北の園芸 Horticulture in the northern regions of Miyagi Prefecture



ますます必要となる「競争力のある効率的農林水産業の構築」  
“Competitive / efficient primary industry” even more necessary

日本再興戦略（農業・農村全体の所得の倍増の達成）  
Strategy for rebuilding Japan: doubling of agricultural income

農林水産業を成長産業にする

<成果目標(KPI)>

◆今後10年間で、全農地面積の8割が、「担い手」によって利用され、産業界の努力も反映して担い手のコメの生産コストを現状全国平均比4割削減し、法人経営体数を5万法人とする。

◆2020年に6次産業の市場規模を10兆円（現状1兆円）とする。

◆2020年に農林水産物・食品の輸出額を1兆円（現状約4,500億円）とする。（In 2020,

◆今後10年間で6次産業化を進める中で、農業・農村全体の所得を倍増させる戦略を策定する。

Turning agriculture, forestry and fishery industries into growth industries

Target:

◆In the next ten years, 80% of all farmland should be used by skilled and diverse responsible entities. Combined with industry efforts, the cost of rice production by skilled and diverse responsible entities can be reduced by 40% compared to the current national average cost. The number of corporate farmers will increase to 50,000 companies.

◆Expand the market for “the sixth industry” from the current 1 trillion yen to 10 trillion yen by 2020.

◆Expand the export of agricultural, forestry and fishery products and food produce from the current 450 billion yen to 1 trillion yen by 2020.

◆Formulate a strategy to double the income of farmers and of farming communities as a whole over the next ten years in advancing a transition to “the sixth industry”

ますます必要となる「競争力のある効率的農林水産業の構築」  
“Competitive / efficient primary industry” even more necessary

日本再興戦略（農業・農村全体の所得の倍増の達成）  
Strategy for rebuilding Japan: doubling of agricultural income

農業については、担い手への農地集積・集約や、企業参入の拡大などに係る施策が盛り込まれている。農業・農村全体の所得の倍増を達成するためには農業生産性を飛躍的に拡大する必要がある。

①企業参入の加速化等による企業経営ノウハウの徹底した活用

②農商工連携等による6次産業化

③輸出拡大を通じた付加価値の向上

④若者も参入しやすいよう「土日」、「給料」のある農業の実現などを追求し大胆な構造改革に踏み込んでいく必要がある。

Regarding agriculture, the Growth Strategy includes measures pertaining to the consolidation of farmland by responsible entities and the expanded entry of companies. Meanwhile, agricultural productivity must be radically increased to double the income of farmers and of farming communities.

This requires fully:

①drawing on the know-how of company owners by accelerating private company participation in agriculture,

②developing “the sixth industry” (collaboration of primary, secondary and tertiary industries),

③increasing added value by expanding exports,

④pursuing an agricultural industry that allows “weekends” and “salaries” to encourage the Provisional - participation of young people, and take bold structural reforms.

競争力のある効率的な農林水産業の実現に必要なとされること  
Requirements for competitive/efficient primary industry

I 競争力のある一次産業の実現のために必要とされること

新しいインフラ整備、新しいシステムの構築、新しい概念・発想の取得、が必要中でも必要とされるのは、

- ①「我が国の農業技術のポテンシャルを総動員する」
  - ②「世界各国の農林漁業従事者の経営ノウハウ、技術、農林水産政策から学ぶ」  
(食と農林漁業の再生のための基本方針・行動計画)。
- ・前者は、農水省の技術研究の課題(先端技術展開事業と、民の技術利用に期待)。  
・後者(創造的システムを世界から学び、創造的復興を実現するプロジェクト)は民に期待。  
(参考: 桃の浦合同組合、各種植物工場、舞台アグリノベーション等)

I Requirements for competitive and efficient primary industry

New infrastructure, systems and concepts/inspirations are necessary. Especially, the following is most required:

- ① to general mobilize potentials of Japanese agricultural technologies/techniques,
- ② to learn from management know-hows, technology, agricultural policies of other countries.

(General guidance and action plan for reconstruction of agriculture, forestry and fisheries)

The former should be done in the framework of research projects of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, the latter should be done by the private sector.

競争力のある効率的な農林水産業の実現に必要なとされること  
Requirements for competitive / efficient primary industry

II 課題

(水産加工場等で新たなインフラ整備が、また、様々な支援金による菜の花や綿等の作付け、さらには除塩活動等、様々な一次産業支援活動はある。)

だが、創造的復興、効率的農林水産業実現に結びつくシステム作りに関してはあまり意図されていない。必要なのは創造の気風の醸成(参考:「世界の英知を復興へproject」は創造の気風を作り、効率的システムをイメージする細々とした活動の一つ)

II Tasks

(There are various activities to support the primary industry, such as the introduction of infrastructure in the field of the processing of fishery products, planting of rape-seed and cotton by using various donated money as well as desalination.)

But, consideration is not sufficient for the establishment of a system for the creative reconstruction and the realization of efficient agriculture, forestry and fisheries. It is necessary to promote a social tendency for creation. (Reference: "World Wisdom for Recovery Project" is one of small activities to promote a social tendency for creation and to draw a image of an efficient system.)




**競争力のある効率的な農林水産業の実現に必要とされること**  
Requirements for competitive / efficient primary industry

**Ⅲ 「効率的な一次産業をイメージし、浸透させること」に関して、今後の土地利用の問題も含め、復興庁、農水省にはさらにポジティブな対応が望まれる。  
農水省は前者①も、後者②も積極的に推進することが望まれる(提案)**

III The Reconstruction Agency and the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries should take more positive measures in relation to the imagination of the efficient primary industry and its dissemination, including the question of land use.

It I proposed that the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries should promote the former ① and the latter ② more actively.

**競争力のある効率的な一次産業の実現に必要とされること**  
Requirements for competitive / efficient primary industry

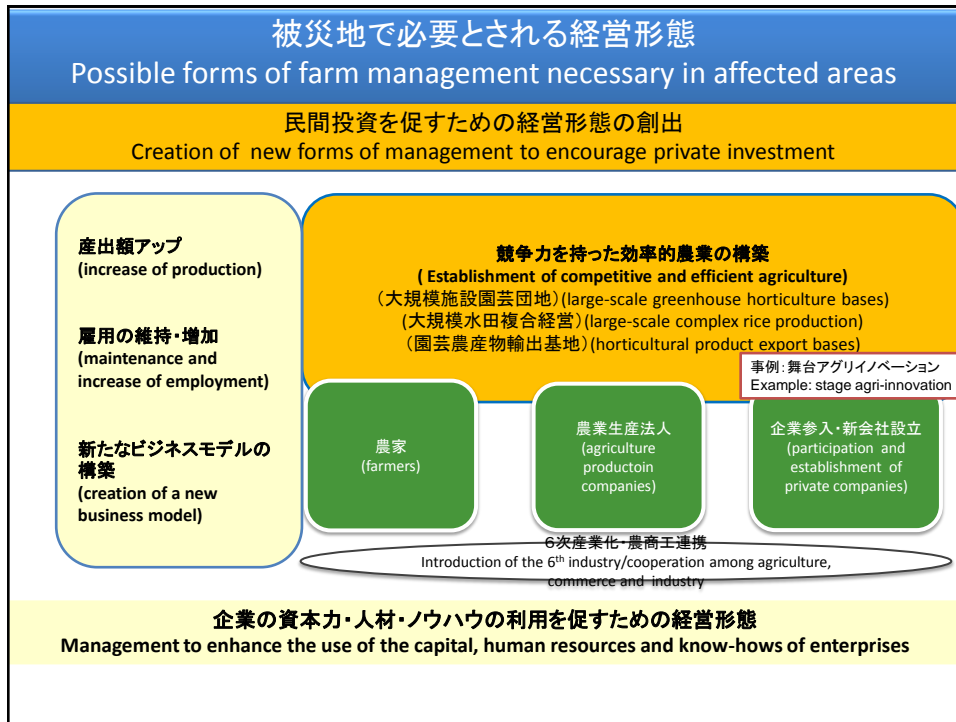


**「東北の農林水産業復興で生じた課題」  
今の規模や経営形態では復興にならない**

**1. 民間投資の受け皿がない**  
民間投資の活性化  
企業の参入が困難  
→農家と企業のコラボレーションが課題  
企業が参入する農地がない→2

**“Problems in relation to the reconstruction of the primary industry in Tohoku”**  
The current dimension and the management do not contribute to the reconstruction.

**1. There is no recipient of private investment**  
Activation of private investment  
Participation of private companies is difficult  
→Farmers and private companies collaboration should be sought.  
There is no farmland for private companies→2



**競争力のある効率的な一次産業の実現に必要なとされること**  
Requirements for competitive / efficient primary industry



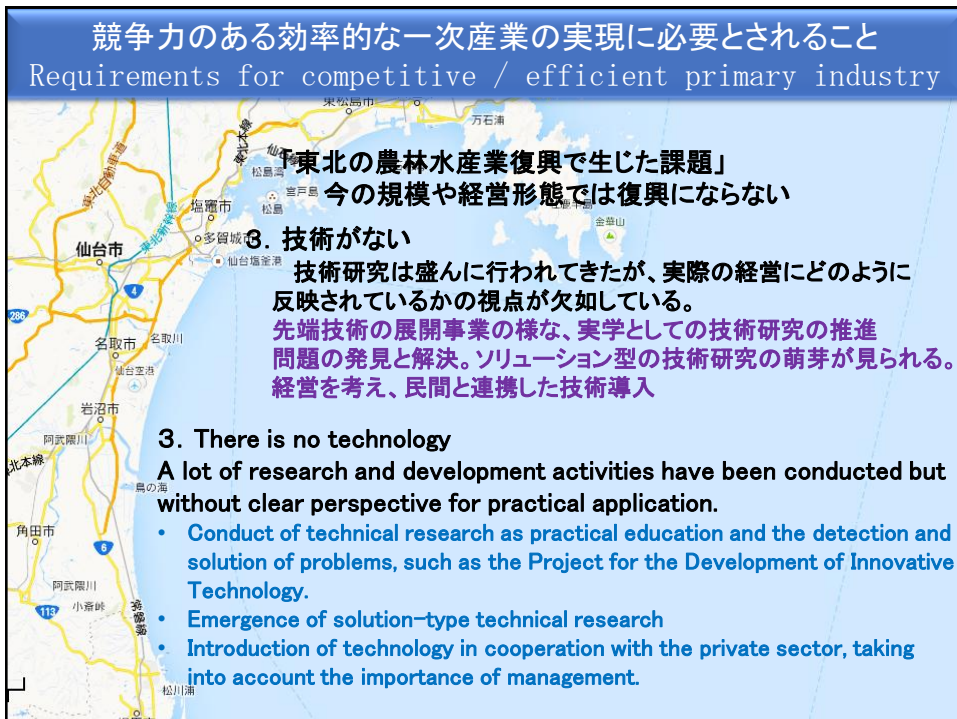
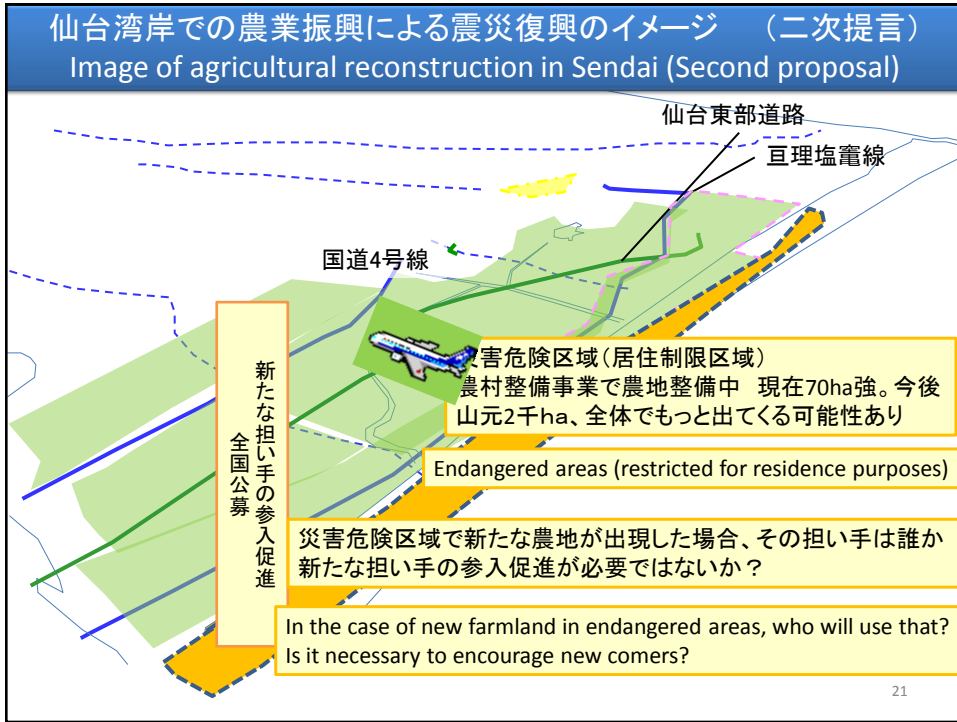
**「東北の農林水産業復興で生じた課題」**  
**今の規模や経営形態では復興にならない**

**2. 農地がない。**

日本には農地はたくさんあるが、非効率的な作付けに占有されている農地は、いくらでもあるように思われるだろうが、効率的利用を考えるとそうした提供者がいない。

津波に遭った地域は、「居住制限、建築制限がかかっている」  
水田・畑地。住居の混在を整備して「災害危険区域」  
→津波で更地になった農地は企業が大規模な水田や畑を作る最適地で、これをどう生かすかが課題だ。

**2. There is no farmland.**  
There is a plenty of farmland. It seems that a lot of farmland is utilized in an inefficient way. The offer of land for effective use is limited.  
Areas affected by Tsunami is classified as areas with limited utilization for residential and construction purposes.  
→Such areas are best areas for private enterprises to conduct large scale cultivation of rice and other up-land crops. It is urgent to find the way how to do this.



## 食料生産地域再生のための先端技術展開事業

A Scheme to Revitalize Agriculture and Fisheries in Disaster Area through Deploying Highly Advanced Technology

○ 先端技術を用い被災地の農業を復興させ、技術革新を通じて成長力ある新たな農業を育成  
(to recover the agriculture in affected areas by using advanced technology and to promote a new promising agriculture through technical innovation)

○ 平成25年度は、着手済みの実証研究に加え、岩手県、福島県においても、【23年度予算額: 4.3億円】  
新たに研究を開始予定 (In 2013, in addition to the experimental research already 【24年度予算額: 7.6億円】  
conducted, new research activities will start in the Iwate and Fukushima Prefectures.) 【25年度予算額: 24億円】

**◆ 土地利用型営農技術の実証研究**

- 大型機械を利用した低コスト水田耕作体系の実証
- 中型機械の汎用利用による低コスト水田耕作体系の実証
- 大規模水田農業を支援するITCを活用した栽培管理及び経営管理の支援技術の実証

(名取市内)

**先端農業情報ステーション**

- 情報の集積と発信

(宮城県農園研)

**◆ 大規模園芸施設技術の実証研究**

- いちご豊産栽培システムの構築と周年生産性の大幅向上技術の実証
- トマト等の高収高周年生産システムの実証
- 寒冷地の大規模施設生産における作物に共通した基盤技術の構築 (亶理郡山元町内)

**◆ 大規模露地園芸技術の実証研究**

- 作期拡大のための品目・作型・栽培技術の実証研究
- 露地野菜の生産安定・省力・低コスト化のための実証研究

(岩沼市内)

**◆ 果樹生産・利用技術の実証研究**

- 国産小果樹類の新規市場開拓のための省力生産技術・加工品の開発
- 病害回遊を目的とした根域制限栽培システムの構築
- ブドウ「シャインマスカット」の周年・安定供給及び収穫負担軽減技術の開発
- ジョイント栽培によるクリ「ぼろたん」の省力・多収生産及び加工技術の開発

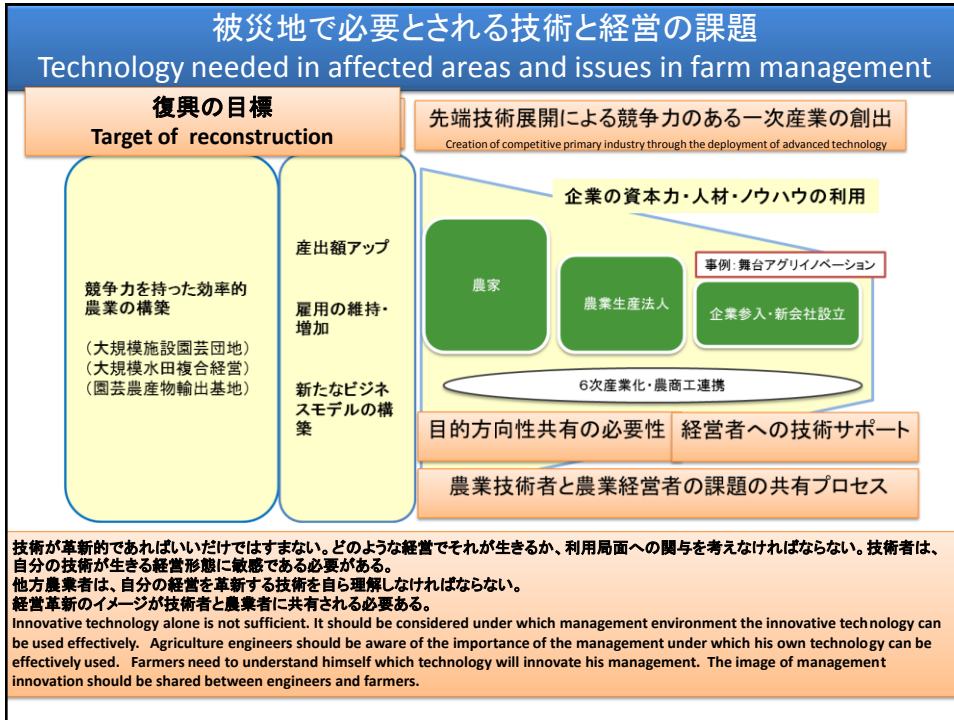
## 被災地で必要とされる技術と経営の課題

Technology needed in affected areas and issues in farm management

単体技術の導入ではすまない。効率的・一次産業のイメージの構築、イメージ浸透への努力、実現のための経営への関心など、幅広い知識や連携が必要となる。

The introduction of individual techniques is not sufficient. Wide knowledge and cooperation are necessary, such as the establishment of an image of an efficient primary industry, efforts for disseminating the image, active participation in the management for the realization of the image.

<p><b>復興の目標</b> Target of reconstruction</p>	<p>先端技術展開による競争力のある一次産業の創出 Creation of competitive primary industry through the deployment of advanced technology</p>
<p><b>競争力を持った効率的農業の構築 (creation of efficient agriculture)</b></p> <p>(大規模施設園芸団地) (large-scale greenhouse horticulture bases)</p> <p>(大規模水田複合経営) (large-scale complex rice production)</p> <p>(園芸農産物輸出基地) (horticulture products export bases)</p>	<p><b>企業の資本力・人材・ノウハウの利用</b> Utilization of the capital, human resources and know-hows of private companies</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">農家 (farmers)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">農業生産法人 (Agriculture production enterprises)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">企業参入・新会社設立 (Participation and creation of new companies)</div> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">事例: 舞台アグリノベーション</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">6次産業化・農商工連携 Creation of the 6<sup>th</sup> industry/cooperation among agriculture, commerce and industry</p>
<p><b>産出額アップ (increased production)</b></p> <p><b>雇用の維持・増加 (maintenance and increase of employment)</b></p> <p><b>新たなビジネスモデルの構築 (establishment of a new business model)</b></p>	<p><b>目的方向性共有の必要性</b> Sharing of targets is necessary</p> <p><b>経営者への技術サポート</b> Technical support for managers</p>
<p><b>農業技術者と農業経営者の課題の共有プロセス</b> Process for sharing between agriculture engineers and managers</p>	



技術が革新的であればいいだけではすまない。どのような経営でそれが生きるか、利用局面への関与を考えなければならない。技術者は、自分の技術が生きる経営形態に敏感である必要がある。  
 他方農業者は、自分の経営を革新する技術を自ら理解しなければならない。  
 経営革新のイメージが技術者と農業者に共有される必要がある。  
 Innovative technology alone is not sufficient. It should be considered under which management environment the innovative technology can be used effectively. Agriculture engineers should be aware of the importance of the management under which his own technology can be effectively used. Farmers need to understand himself which technology will innovate his management. The image of management innovation should be shared between engineers and farmers.

National Agriculture and Food Research Organization  
農業・食品産業技術総合研究機構



農研機構

## 被災地における施設園芸分野の研究の 取組みと課題

Technology transfer and research project  
for the reconstruction of greenhouse horticulture  
in the disaster-affected regions

(独)農研機構 野菜茶業研究所 所長 小島昭夫  
NARO Institute of Vegetable and Tea Science  
Director-general Akio KOJIMA



日蘭技術交流セミナー 平成26年2月4日  
Japan – Netherlands Joint Research  
Symposium on Horticulture 4 Feb. 2014



農研機構 野菜茶業研究所



農研機構は食料・農業・農村に関する研究開発などを総合的に行う我が国最大の機関です

被災地の状況(2011.5月12日、亶理町)



農研機構

### Views of disaster-affected area in Watari town (12 MAY.2011)



堆積した汚泥  
Accumulated sludge  
on the field




津波に破壊された海岸近くのパイプ  
ハウス  
Destroyed small film greenhouses by  
the tsunami near the coast



津波に破壊された鉄骨ハウス  
Destroyed rigid frame greenhouses  
with a large amount of debris

2

**研究の概要 Outline of the Research project**  **農研機構**

**大規模施設生産の省力化・高品質化の実証**  
**Demonstration of advanced techniques for high quality production and labor-saving in large-scale greenhouses**

**高機能な栽培施設・統合環境制御システム**  
 Functionally designed greenhouse and integrated environment control system

**大規模化に対応した生産技術のトータルシステム化**  
**Systematize advanced techniques for a large-scale production**


**イチゴ高設ベンチ養液栽培**  
 Strawberry bench culture of hydroponics

**トマトの低段栽培による周年生産**  
 Year-round tomato production by low node-order pinching cultivation

**到達目標 Goals of the research**

**イチゴとトマト生産において、生産物あたりのコストを50%あるいは収益率2倍となるモデルを提示する。**  
**Demonstrate a high performance production system models which can achieve the lowered production costs by 50%(weight basis) or the doubled profitability adjusted for large-scale greenhouses.**

3

**研究コンソーシアムの実施体制**  **農研機構**

**Organization of the research consortium**

■研究総括機関：農研機構 野菜茶業研究所  
 Administration :  
 National Agriculture and Food Research Organization (NARO) – Institute of Vegetable and Tea Science

■共同研究機関：  
 Participating research organization :  
 農研機構の他の研究所 NARO another institutes 4  
 公立試験研究機関  
 Prefectural agricultural experiment station 6  
 大学 Universities 5  
 企業 Companies 7

■実証担当生産法人：(株)GRA  
 Agricultural legal person for technical transfer: GRA Inc.

4

実証研究施設(山元町)の外観



Model advanced greenhouse for producing strawberries and tomatoes  
(located in Yamamoto town, Miyagi Prefecture)



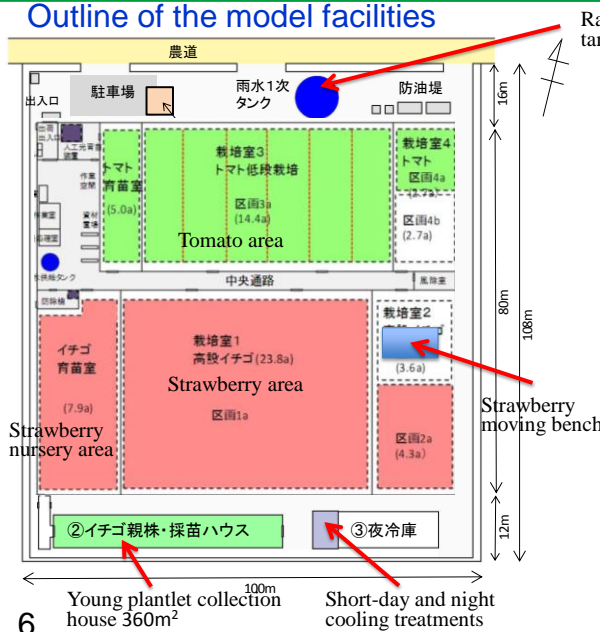
Completion : May 2012

5

実証研究施設の概要図



Outline of the model facilities



Rain storage tank 200m<sup>3</sup>

大規模栽培棟の諸元  
Specification of the main production house

- ・大きさ size 90m × 80m
- ・合計面積 total area 7,200m<sup>2</sup>
- ・軒高 Eave height: 4.5m
- ・被覆資材・Cladding material: 側面・屋根面: フッ素系フィルム  
Cladding material: Side, roof - ETFE film

6



## 1. イチゴ栽培研究ユニット

### Strawberry production research Unit

(ユニットリーダー: 宮城農園研 Unit Leader: Inst.Miyagi Pref.)

## 農研機構

クラウン温度制御チューブ  
A tube for crown temp. control

天敵によるハダニの防除  
Using natural enemies to control spider mites

- ①高設栽培システムと培養液管理  
Precious control of nutrient and water supply in bench culture
- ②クラウン温度制御による花房形成と収量・品質の安定化  
Improvement the yield and flower formation by the crown-temperature-control technique
- ③高温期のイチゴ生産  
Application of the everbearing varieties during high-temperature season
- ④物理的・生物的防除法を取り入れたイチゴの病害虫総合管理(IPM)  
Integrated pest management technologies using physical and biological methods

7

## イチゴのクラウン温度制御技術

### Crown temperature control technique

## 農研機構

クラウン部に接触させたチューブに約20°Cの温水/冷水を流す。  
Circulating about 20°C water within plastic tubes

長所 Merits

1. 時期別収量の安定化  
Stabilize periodical yield variation
2. イチゴの花芽形成と草勢調節が可能  
Change the timing of flower formation and the growth
3. 暖房設定温度を下げて省エネルギー  
Save energy for heating by lowered setting temperatures

Change in periodical yield pattern by the crown temperature control technique

収量(kg/10a)

月 (06年11月～翌年5月)

Crown temp. control  
Conventional

収獲ピークの緩和  
Flatten the yield peak

頂果房の増加  
Earlier harvest of the secondly truss fruits  
腋果房の早進化

クラウン温度制御による収穫期間の拡大  
Expand strawberry harvesting period using the crown temperature control technique

観株植  
Setting parent plant

採苗  
Collecting seedlings

夜冷処理  
Nighttime low temperature treatment

定植  
Planting

収穫  
Harvesting

9ヶ月収穫  
9-month harvest

月 Month	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
作業	△	□	=	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
温度制御																

クラウン冷却  
Crown cooling

クラウン加温  
Crown heating

腋芽分化 生育促進 品質向上


**病害虫の物理的防除法** (リーダー: 宮城県農業・園芸研究所) **農研機構**  
**Physical method for pest and disease control** NARO



UV-B 照射によるウドンコ病の防除


Irradiation of UV-B ray promote the tolerance for powdery mildew

- UV-Bの夜間3時間照射  
Nighttime 3 hours irradiation of UV-B
- 炭酸ガス処理 (60%、24時間処理)により、ハダニの成虫・幼虫・卵は完全に死滅。  
24 hours treatment of 60% CO<sub>2</sub> killed adults, larvae and eggs of spider mites



苗のCO<sub>2</sub> 処理の状況

Insecticidal effect by High-level CO<sub>2</sub>



CO<sub>2</sub> エアバッグ  
CO<sub>2</sub> gas bag


9

**2. トマト栽培研究ユニット** (リーダー: 野菜茶業研究所) **農研機構**  
**Tomato research unit** NARO Unit leader: Natl.Inst. Veg. Tea Sci.)





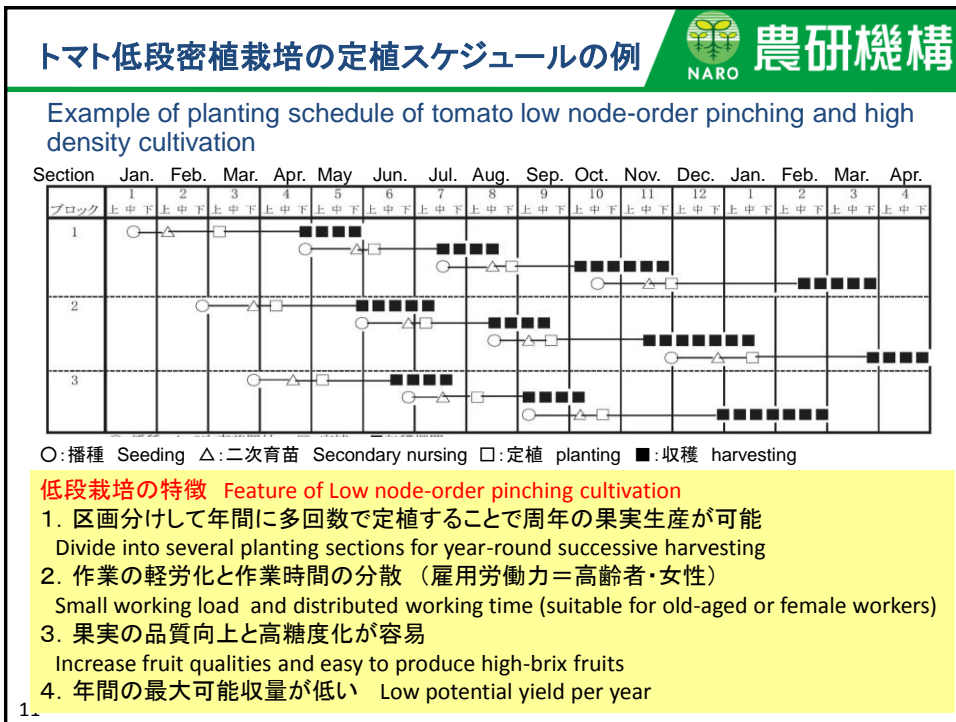
人工光源による育苗  
Nursing under artificial lights ( LEDs)




インタープランティング  
Interplanting

- ①低段密植栽培用の良苗生産  
High performance seedlings
- ②低コスト栽培システムと高品質生産  
Low-cost cultivation system for production of high-quality fruit
- ③低段栽培の周年多収のための環境制御  
Environment control for year-round production of high yield and quality
- ④低段栽培の病害虫総合管理(IPM)  
Integrated pest and disease control techniques

10



### 3. 共通技術研究ユニット 農研機構 NARO

Common techniques research unit

(ユニットリーダー: 農村工学研究所 Unit leader: Natl.Inst.Rural Eng.)

放熱  
アグリマット

G-カーペット  
熱を使う


地中熱用ヒートポンプの熱交換器  
Geothermal heat pump system

- 太陽光利用型植物工場の合理的設計  
Improvement of design of plant factory with sunlight
- UECSシステムによる統合環境制御  
Integrated environment control using the ubiquitous environment control system (UECS)
- 再生可能エネルギー利用  
Utilization of natural energy such as solar energy
- 作物状態の空間モニタリングと熟練者技術の解析  
Monitoring of inside environment distribution of greenhouses and data mining of skillful farmers

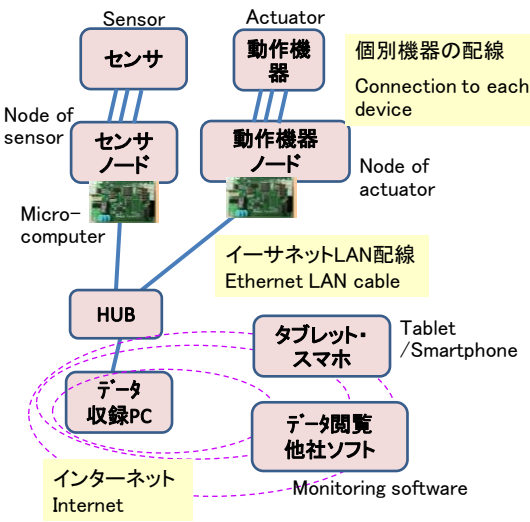
シート型地中熱交換器  
Sheet type heat exchanger

ユビキタス環境制御システム (UECS) (クラウド対応)  
Monitoring and control software in UECS

## ユビキタス環境制御システム (UECS) Ubiquitous Environment System



# 農研機構



個別機器の配線  
Connection to each device

Node of sensor

Node of actuator

イーサネットLAN配線  
Ethernet LAN cable

タブレット・スマホ  
Tablet / Smartphone


データ収録PC  
Data recording PC

データ閲覧  
他社ソフト  
Data viewing / Other software


インターネット  
Internet

Monitoring software

UECSの設置イメージ  
Image of UECS installation




1台ごとの  
ノードボックス  
Single  
node box




Android Tablet

4台をまとめたノードボックス  
Multiple  
node box  
(4 nodes  
combined)

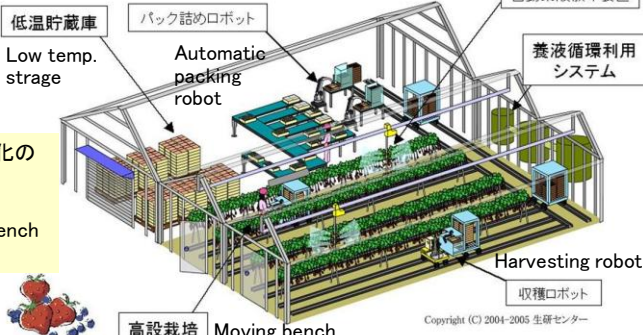
## イチゴの移動ベンチ生産システム Moving bench for strawberry production



# 農研機構



移動ベンチ (山元実証ハウス)  
Moving bench system  
(Demonstration house)



低温貯蔵庫  
Low temp. strage

バック詰めロボット  
Automatic packing robot

自動薬液散布装置  
Automatic spraying for pest and disease control

養液循環利用システム  
Nutrient recycling system

収穫ロボット  
Harvesting robot

収穫ロボット

高設栽培  
Moving bench

移動ベンチと各種作業の自動化のイメージ  
An image of various automatic machines around the moving bench system

14

Copyright (C) 2004-2005 生研センター

実証ハウスの管理・運営 Operations of the demonstration greenhouse



**農研機構**




実施用ハウスの運営と生産物の販売は(株)GRAが担当  
GRA Inc. operates the demonstration greenhouse and sell the products.

イチゴ上物の出荷箱  
Package of high-grade fruits






トマト低段栽培の出荷箱  
Package of tomatoes for sale


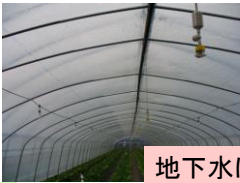
15

被害地域におけるイチゴ栽培の変化

Changes of strawberry cultivation type in the disaster-affected area in south Miyagi Prefecture




**農研機構**

従来のイチゴ生産は、簡易なパイプハウスでの土耕栽培  
Strawberry was cultivated on the ground in small plastic-greenhouses, conventionally.

地下水によるウォーターカーテン  
Spraying warm groundwater



■震災被害後は、大型鉄骨ハウス(約25a/棟)による高設ベンチ養液栽培に転換  
Strawberry was produced in new larger greenhouses (ca. 0.25 ha) by rigid-frame with bench culture in hydroponics.

16

**被害地域におけるイチゴ生産の再開**  **農研機構**

**Restart of strawberry cultivation in the disaster-affected area in south Miyagi Pref.**



採苗ハウス  
Compartments for collecting young plantlets

栽培ハウス  
Compartments for strawberry production

新しく建設された大型鉄骨ハウスで栽培を開始(2013.9月. 亶理地区)  
Strawberry cultivation was started from September, 2013 at new greenhouses constructed rigid-frame. (Watari town)

17

**地域生産者への支援**  **農研機構**

**Support to farmers in the disaster-affected area**

「いちご団地栽培支援チーム」を結成(2012年10月～)  
Organized a technical support team for farmers in the area to restart strawberry production after the disaster.

- JAみやぎ亶理  
Miyagi-Watari Agricultural Cooperative
- 宮城県亶理農業改良普及センター  
Watari Improving agricultural extension center
- 宮城県農業・園芸総合研究所  
Miyagi Pref. Inst.Agr.Hort.
- (独)農研機構 野菜茶業研究所  
NARO Inst.Veg.Tea.Sci



- イチゴ高設栽培に関する研修会  
Convene seminars for strawberry bench culture
- 生産者の巡回指導  
Visiting to farmers for technical advices
- 生産者リーダーのスキルアップ支援  
Support to young leaders for skill-up

高設ベンチ養液栽培に転換した生産者  
(亶理・山元地区)  
Farmers installed newly the growing system; bench culture of hydroponics (Watari and Yamamoto area)

今後の研究課題 Research subjects  
for furthermore high performance



農研機構

- 品種育成 Breeding varieties  
高品質・多収品種の育成 High yield and high quality
- 環境制御システム Environment control system  
UECSの各種ソフトウェアの構築  
Development of various UECS software  
高温対策 Countermeasure for high temperature
- 作業の自動化・省力化 Mechanization and labor-saving  
自動搬送システム Automatic conveying system
- 情報利用 Information communication technologies  
植物情報の利用 Monitoring plant information  
作業情報の利用 Monitoring working information
- 環境負荷低減 Environment friendly techniques  
省エネルギー Energy-saving  
物質循環 Material recycle technique  
G-GAPへの対応 Management based on G-GAP

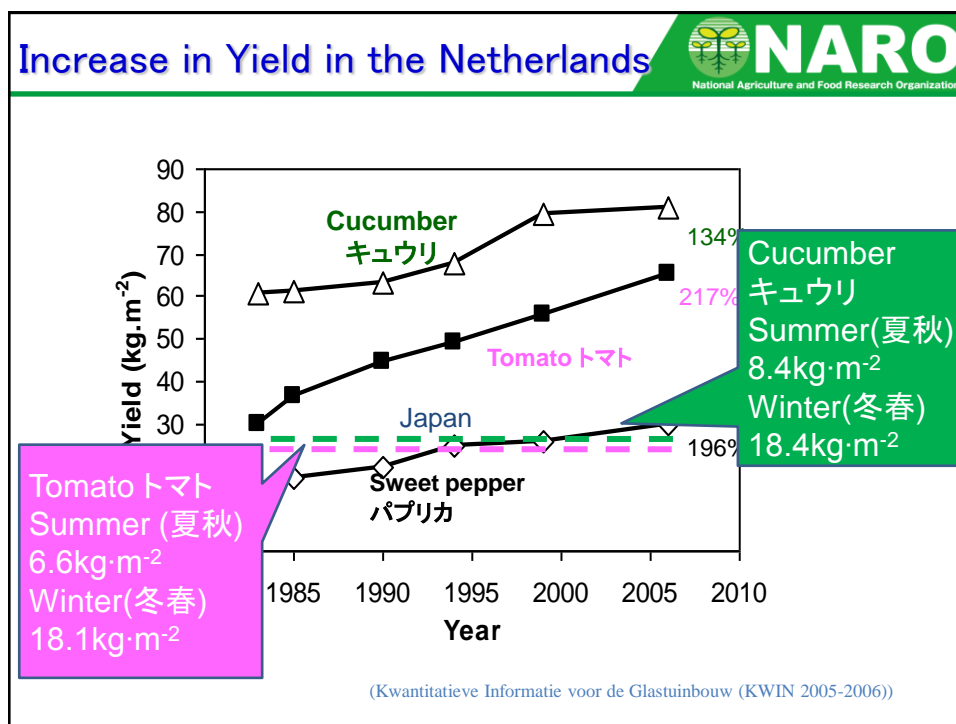
**National Agriculture and Food Research Organization**  **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

Japan–Netherlands Joint Research Symposium on Horticulture

How to control growth of fruit vegetables through growth control techniques for fruit vegetables to improve their yield and quality  
果菜類の高収量高品質化につながる生育制御技術の重要性

Tadahisa Higashide  
NARO Institute of Vegetable and Tea Science  
農研機構 野菜茶業研究所 東出忠桐

**Food and Agriculture for the Future**





## Reason of the increase in yields

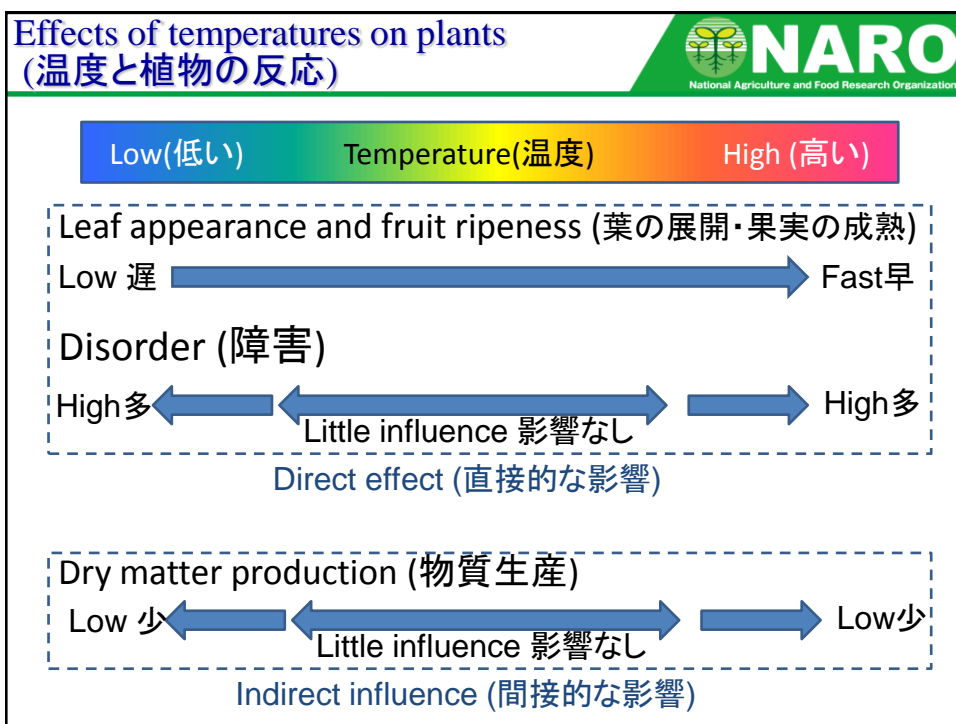


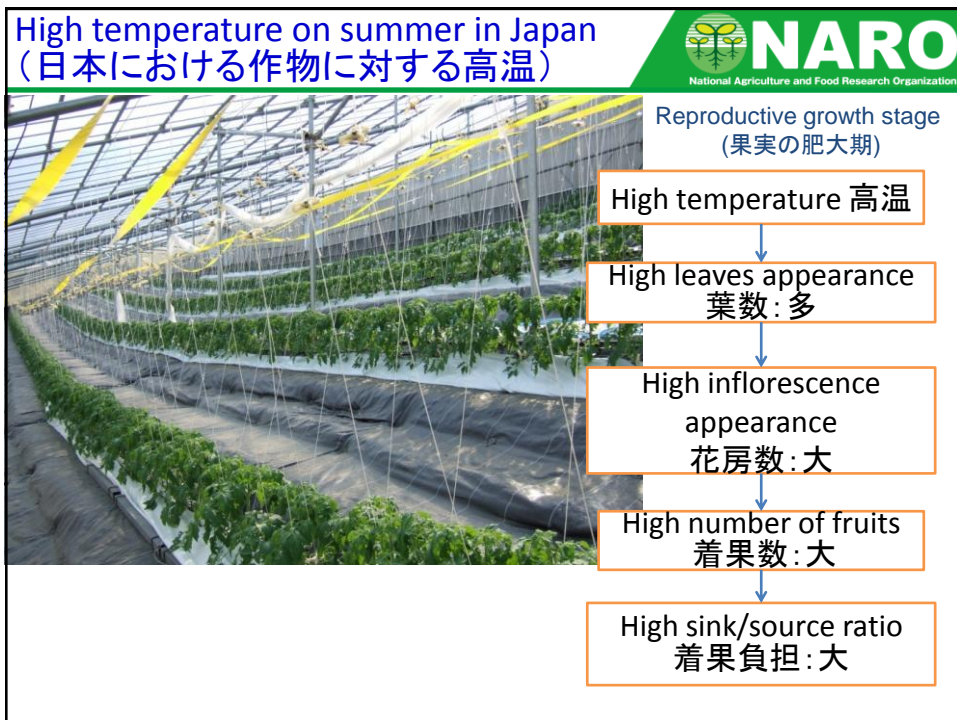
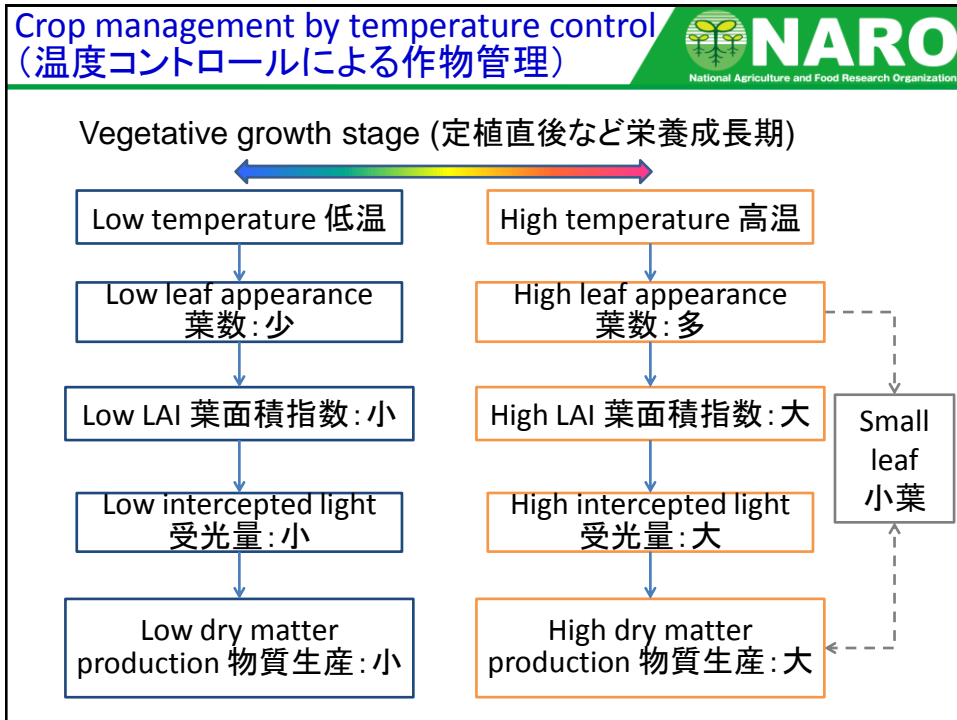
- **Developments of cultivation technique (栽培技術の発達)**; greenhouse transmission, rockwool system, high wire system (LAI), CO<sub>2</sub> enrichment, environmental control by computers (温室の光透過率, ロックウールシステム, ハイワイヤーシステム (LAI), CO<sub>2</sub> 施肥, コンピュータによる環境制御)....
- **Changes in cultivars (多収化品種の発達)**

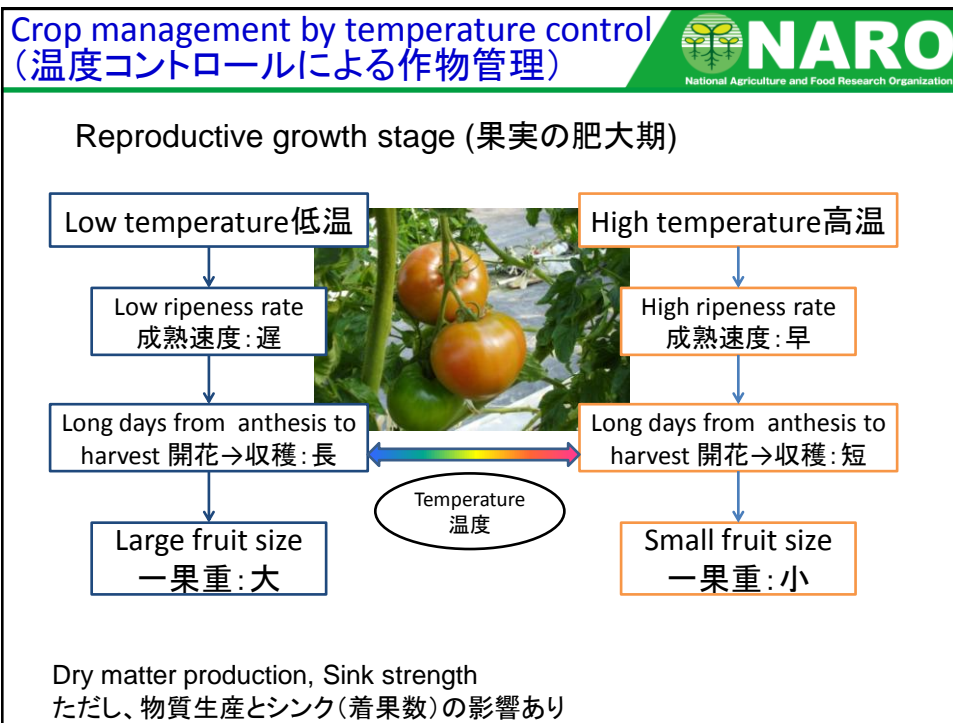
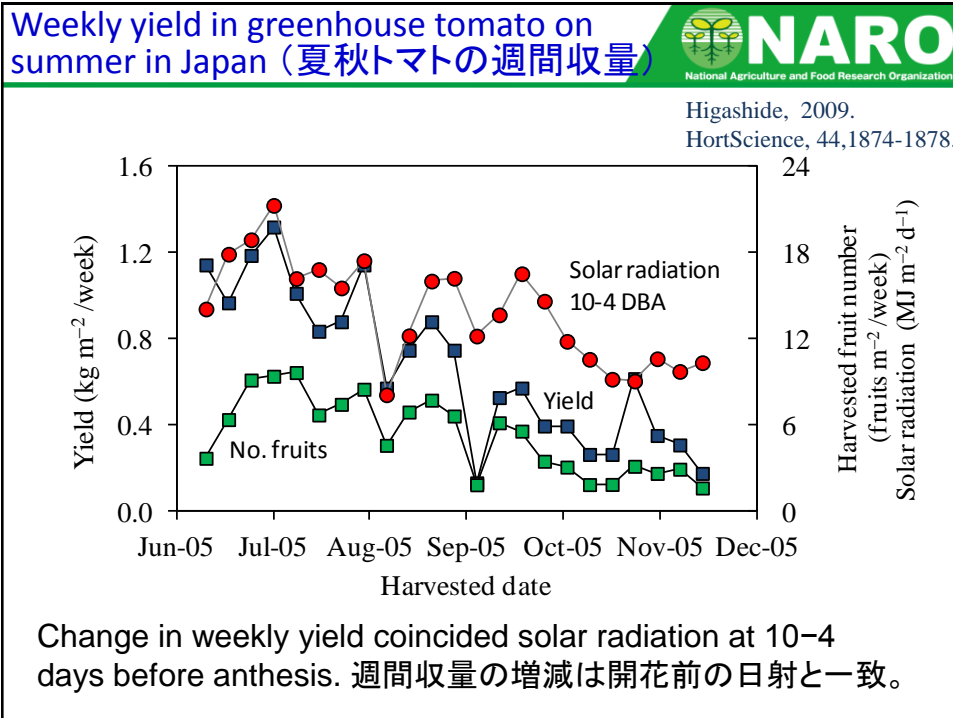
## Target of environment control and crop management (生育制御の目的と制御対象)

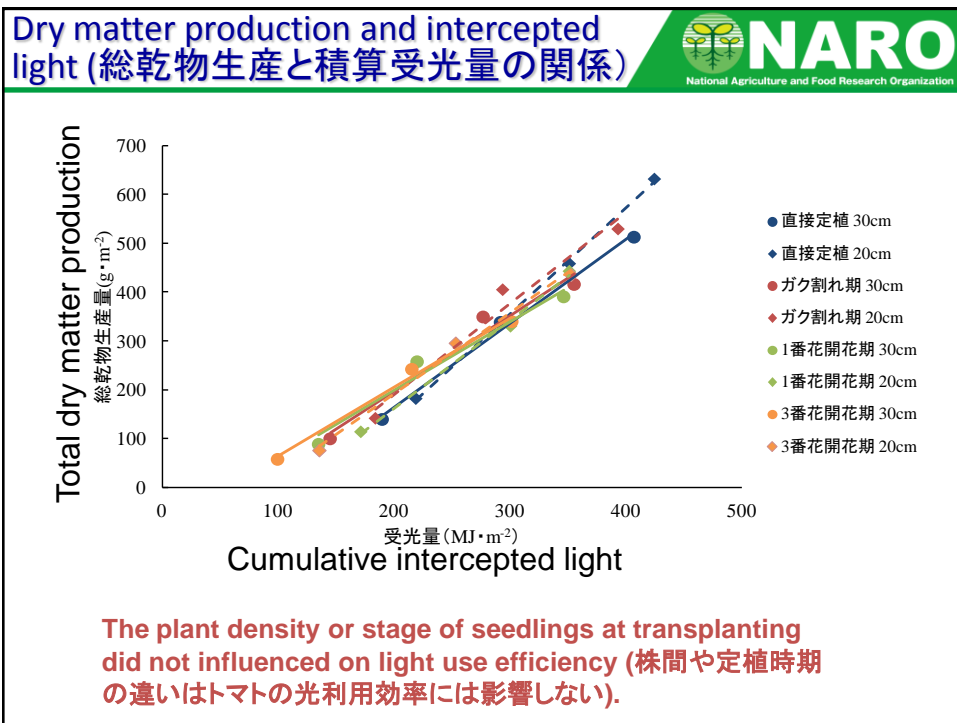


1. Control of rate of growth, development and maturity (生育・成熟速度のコントロール)
  - **Temperature (温度)**
2. Increase in dry matter production (物質生産を増やす)
  - **Light, CO<sub>2</sub> , Plant management (光、二酸化炭素、群落管理)**



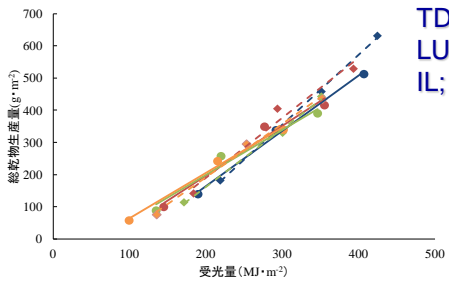






Dry matter production and intercepted light (総乾物生産と積算受光量の関係) 

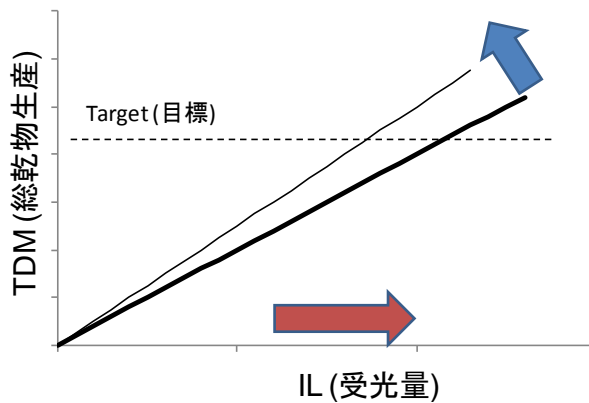
TDM(総乾物生産)  
= LUE(光利用効率) × IL(受光量)



TDM; total dry matter production (g)  
LUE; light use efficiency (g MJ<sup>-1</sup> PAR)  
IL; Intercepted light (MJ PAR m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>)  
 $IL = (1 - e^{-k LAI}) \cdot PAR$

⇒ Yield ≈ TDM × Fraction of fruit DM  
(総乾物生産の一定部分が収量)

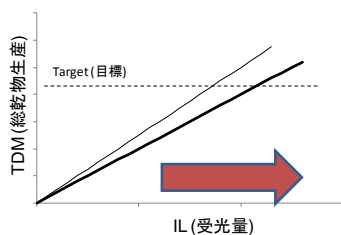
To increase in dry matter production and yield (総乾物生産・収量を増やすには) 



TDM(総乾物生産(収量))  
= LUE(光利用効率) × IL(受光量)



To increase in intercepted light by plants  
作物の受光量を増加させるには

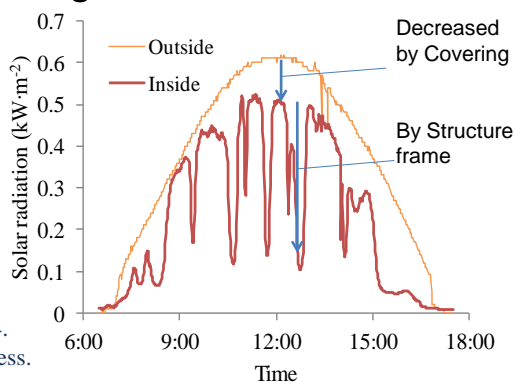


$$\text{TDM(総乾物生産(収量))} = \text{LUE(光利用効率)} \times \text{IL(受光量)}$$

Food and Agriculture for the Future

→ Increase in light in a greenhouse  
(ハウス内の光を増やす)

- Less structural frames(骨材の少ないハウス)
- Improvement Covering materials  
(被覆資材の改良)
- Artificial lighting  
(補光)



Higashide, *et al.*, 2014.  
*Bull. NIVTS*, 13, in press.

## To increase intercepted light by plants 受光量を増やすには？



### → Increase in leaf area (葉面積を増やす)

- Enough plant density  
(十分な栽植密度)
- Promote leaf appearance  
(葉の展開促進)

Extra stems  
茎本数を変える  
1.8 stem·m<sup>-2</sup>  
→ 2.6 stem·m<sup>-2</sup>



## Increase in leaf area increases IL or TDM? 葉面積の増加はどんな栽培に効果的か



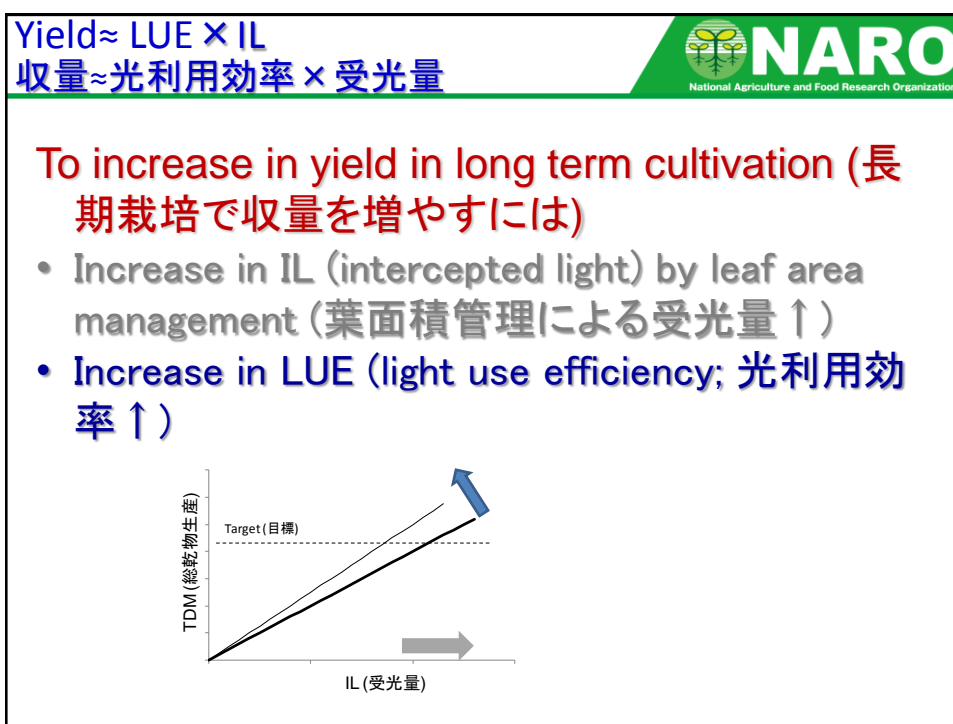
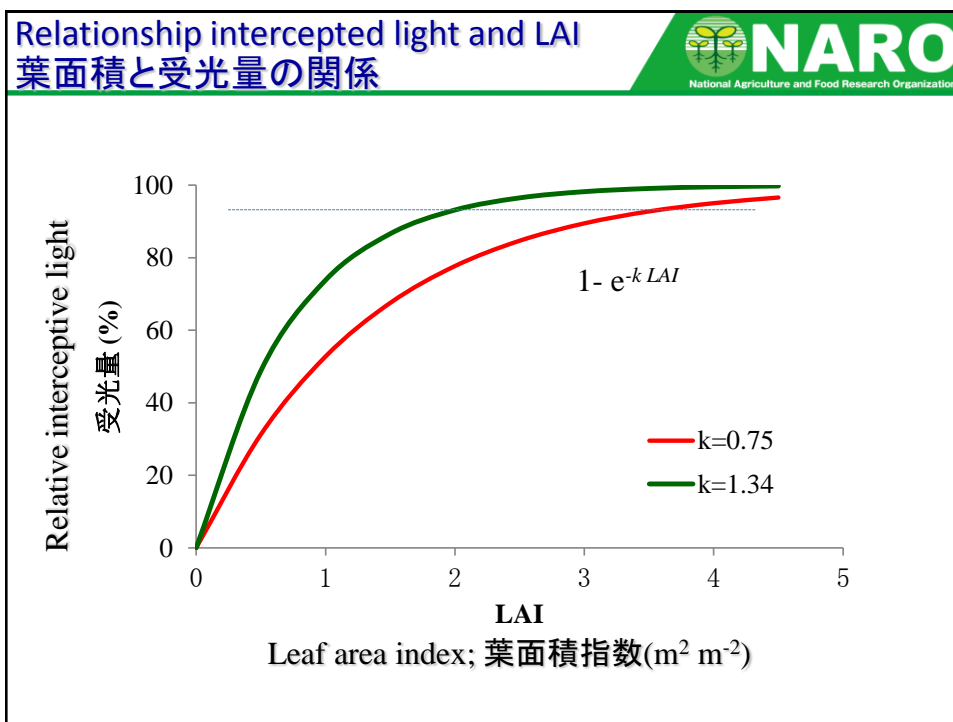
### Short term (短期栽培)


- Fraction of low-LAI term: High  
(LAIの小さい期間の割合: 大)
- Leaf area ↑ ⇒ IL ↑ ⇒ TDM ↑  
(葉面積 ↑ ⇒ 受光量 ↑ ⇒ 総乾物生産 ↑)

### Long term (長期栽培)

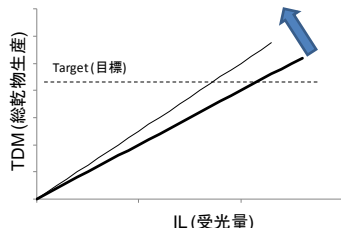
- Fraction of low-LAI term: Low  
(LAIの小さい期間の割合: 小)
- Leaf area ↑ ⇒ ~~IL ↑~~ ⇒ ~~TDM ↑~~  
(葉面積 ↑ ⇒ ~~受光量 ↑~~ ⇒ ~~総乾物生産 ↑~~)






**National Agriculture and Food Research Organization**  **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

To increase in LUE (light use efficiency)  
光利用効率を増加させるには

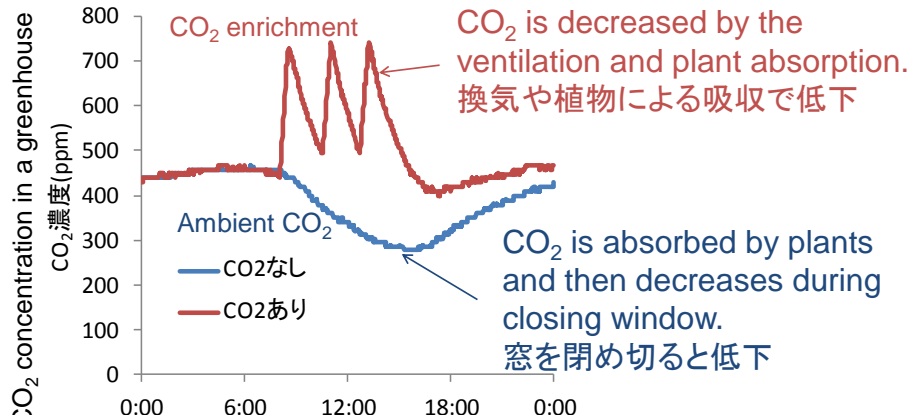


TDM(総乾物生産(収量))  
= LUE(光利用効率) × IL(受光量)

**Food and Agriculture for the Future**

**CO<sub>2</sub> enrichment (CO<sub>2</sub>施用)**  **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

- Liquid CO<sub>2</sub> (industrial coproduct)  
(液化ガス(工業の副生物))
- CO<sub>2</sub> burner (燃焼式(灯油、ガス))



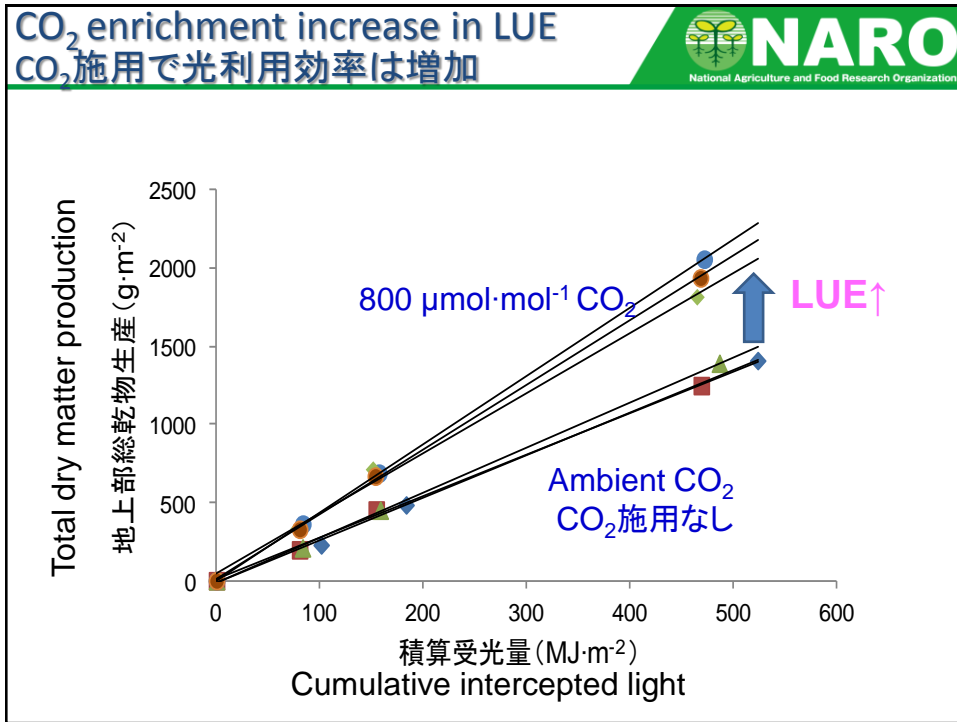
CO<sub>2</sub> concentration in a greenhouse  
CO<sub>2</sub>濃度(ppm)

CO<sub>2</sub> enrichment  
CO<sub>2</sub> is decreased by the ventilation and plant absorption.  
換気や植物による吸収で低下

Ambient CO<sub>2</sub>  
CO<sub>2</sub> is absorbed by plants and then decreases during closing window.  
窓を閉め切ると低下

— CO<sub>2</sub>なし  
— CO<sub>2</sub>あり

0:00 6:00 12:00 18:00 0:00



**National Agriculture and Food Research Organization**

To increase in LUE (light use efficiency)  
光利用効率を増加させるには

Changes over the past 50 years in yield components in Dutch Tomato  
オランダのトマトにおける品種による多収化

The graph shows Yield (kg·m<sup>-2</sup>) on the y-axis (0 to 90) and Year on the x-axis (1980 to 2010). Three data series are plotted: a top series with triangles, a middle series with squares, and a bottom series with diamonds. All three series show a steady increase in yield over the 30-year period.

Year	Yield (kg·m <sup>-2</sup> ) - Triangles	Yield (kg·m <sup>-2</sup> ) - Squares	Yield (kg·m <sup>-2</sup> ) - Diamonds
1980	~65	~35	~15
1985	~65	~40	~18
1990	~68	~45	~20
1995	~70	~50	~22
2000	~75	~55	~25
2005	~78	~65	~28
2010	~80	~70	~30

Higashide & Heuvelink 2009.  
J. Amer. Soc. Hort. Sci.  
134:460-465.

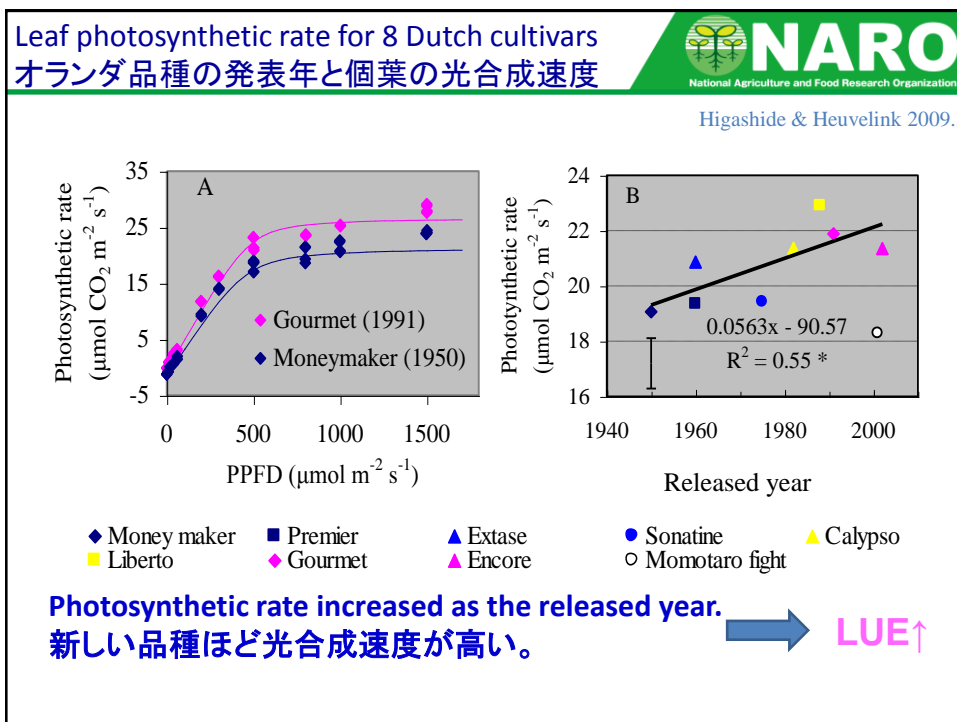
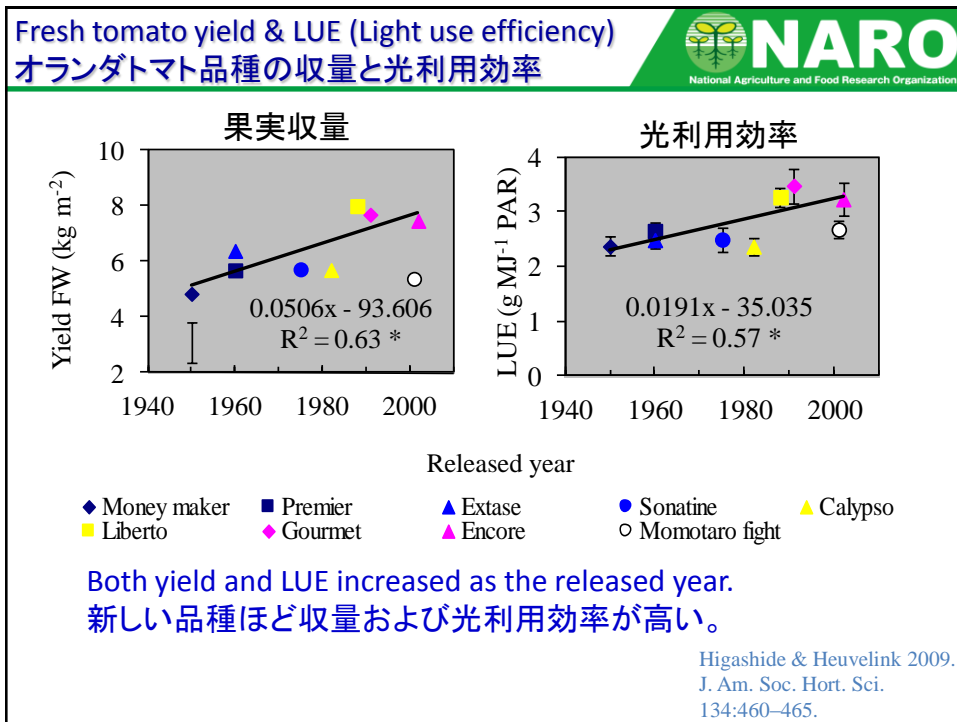
**Food and Agriculture for the Future**

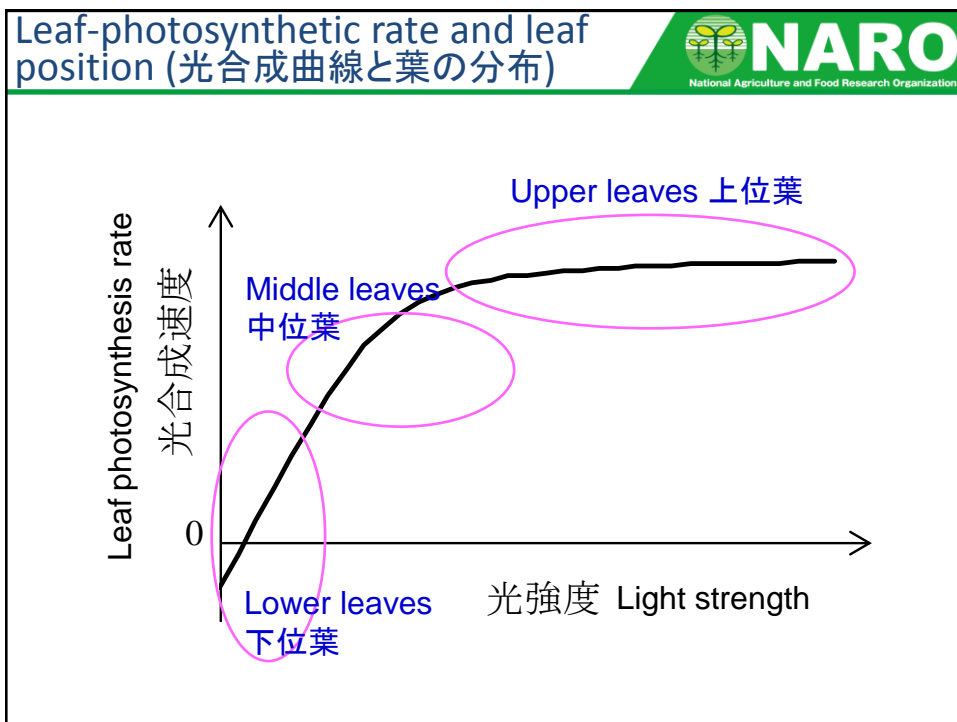
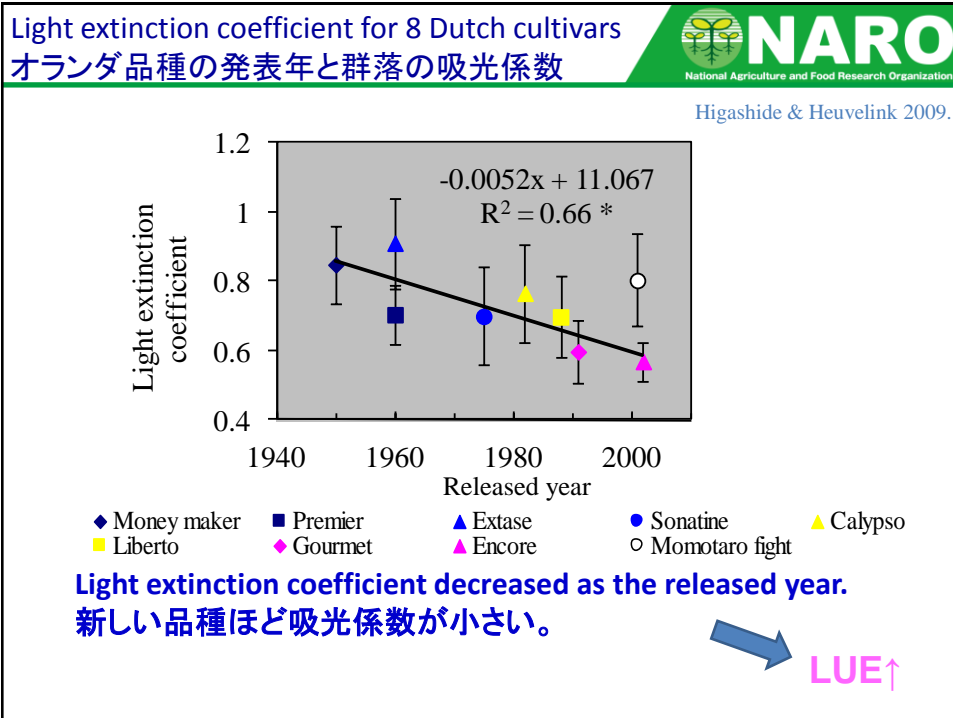


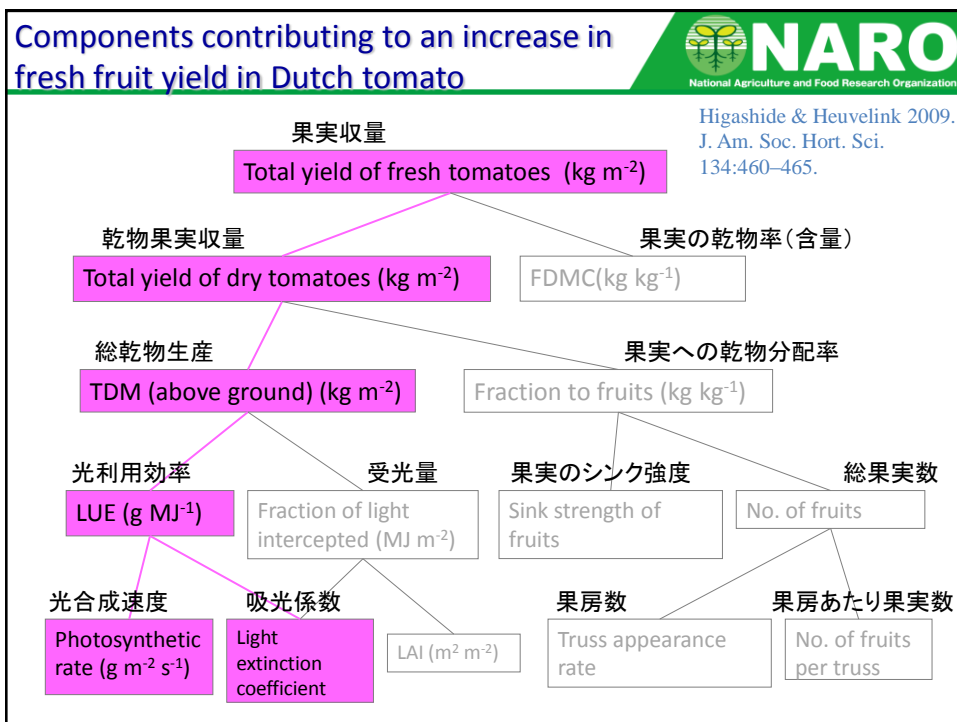
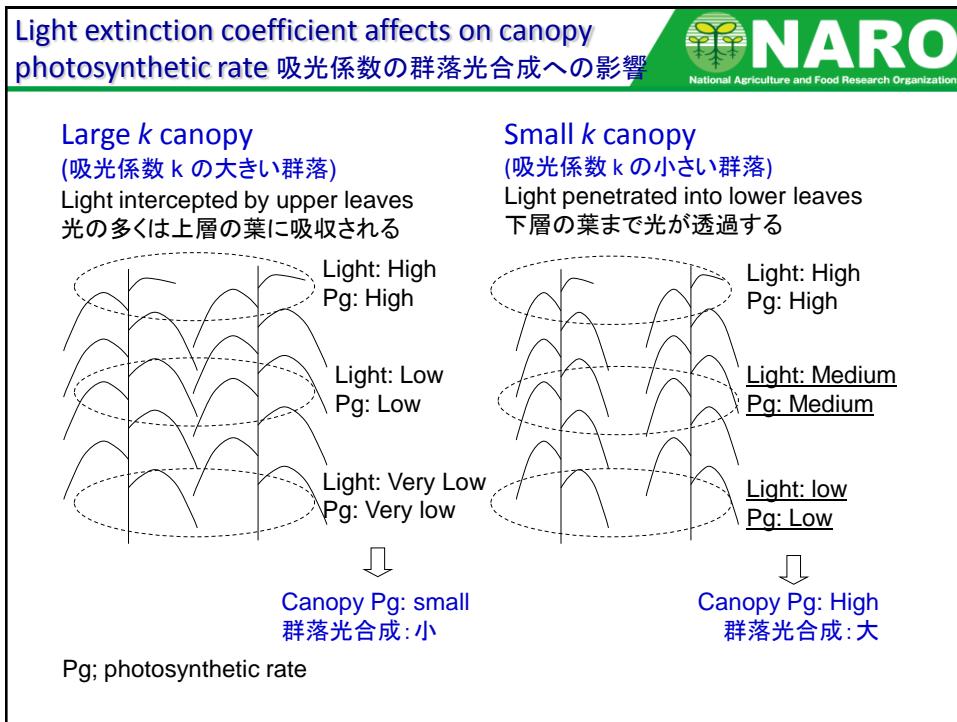
Unifarm, Wageningen UR  
ワーゲニンゲン大学ユニファーム

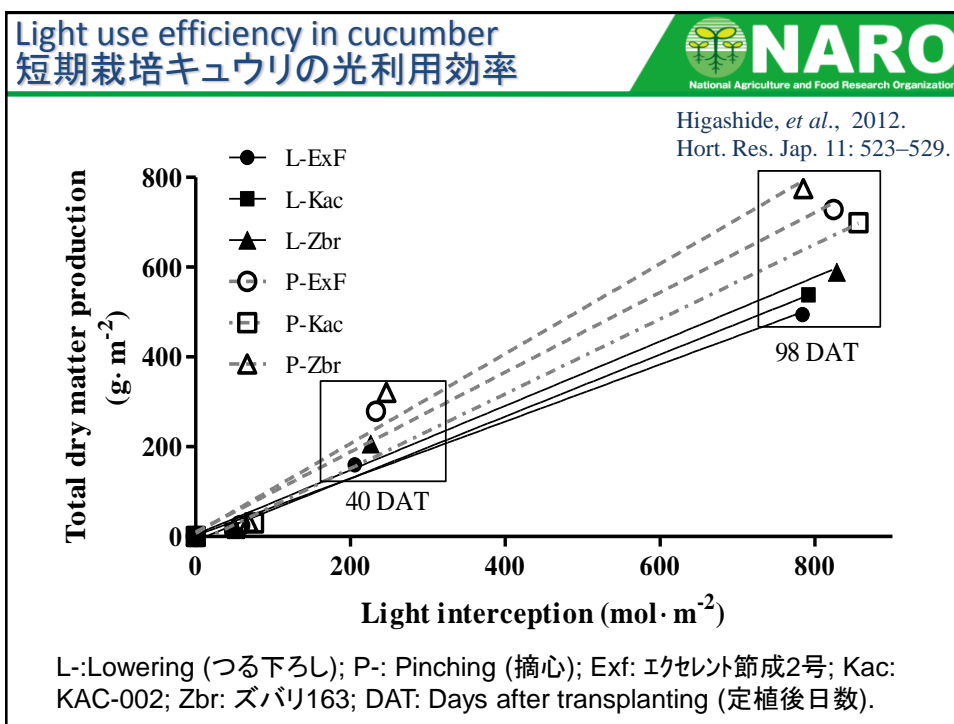
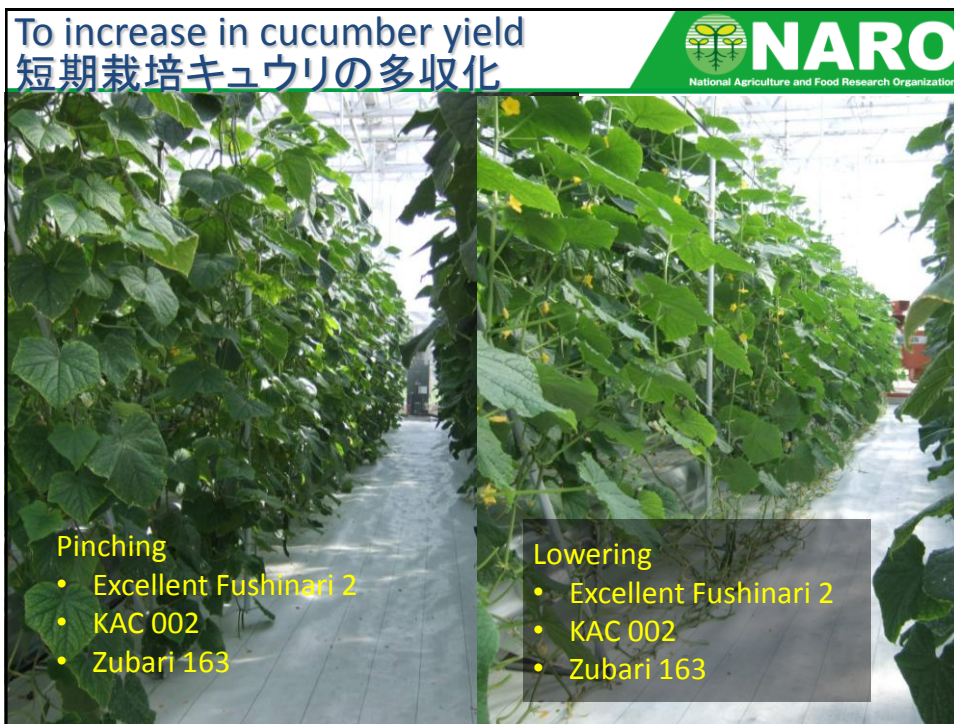


Unifarm, Wageningen UR  
ワーゲニンゲン大学ユニファーム

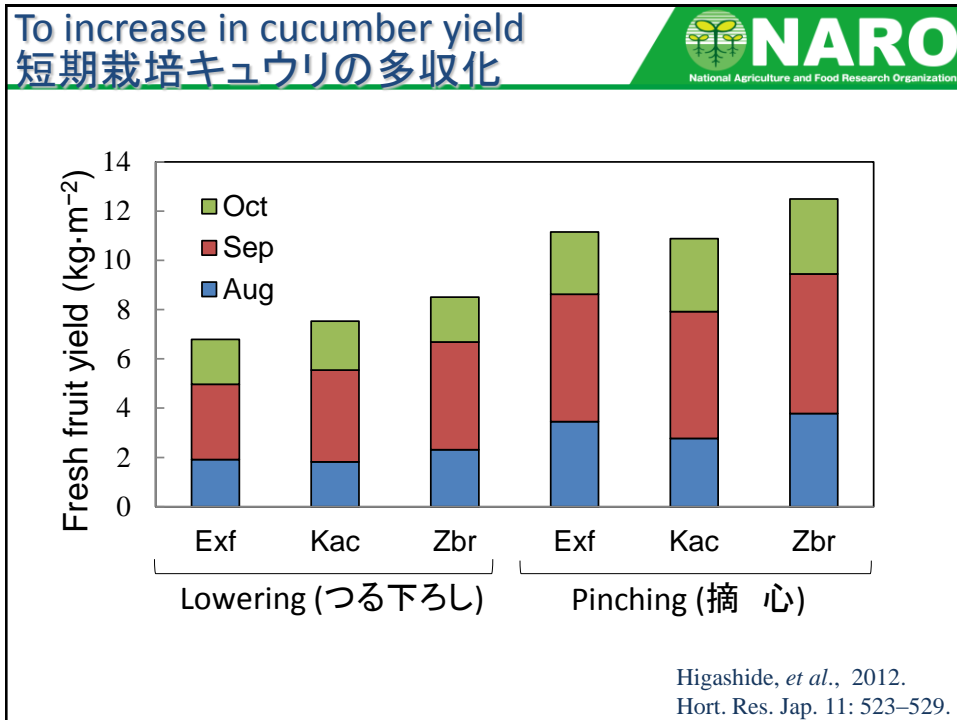


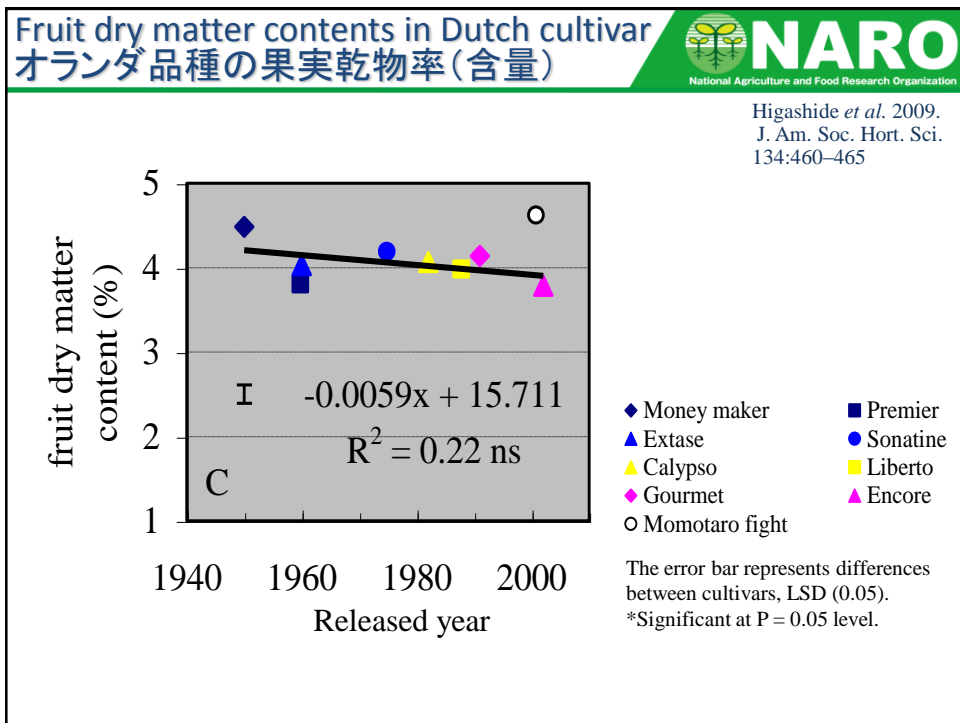
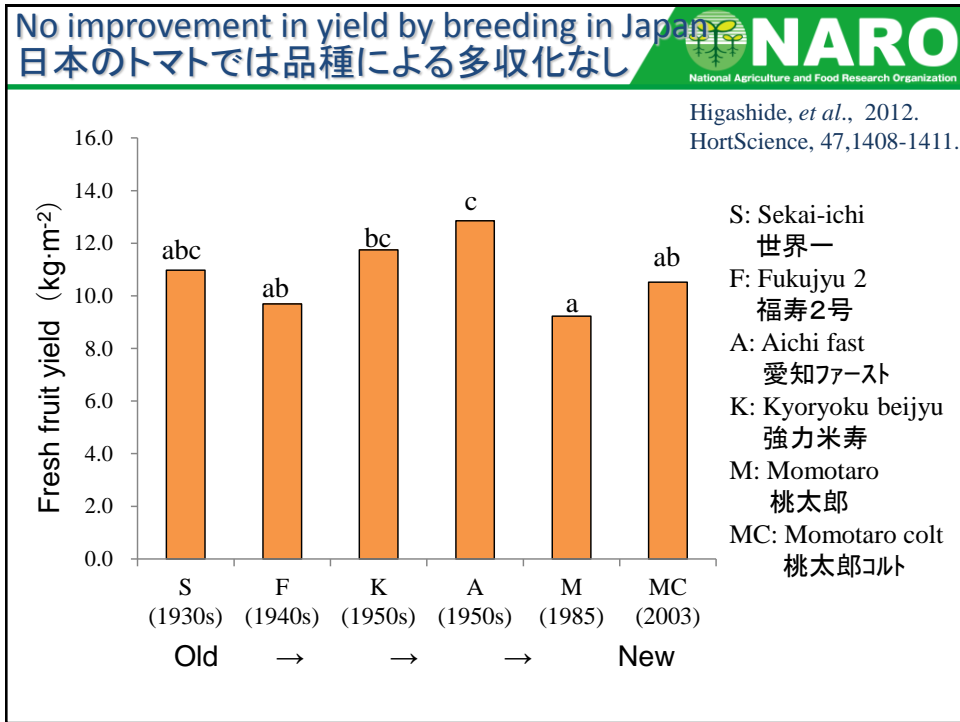


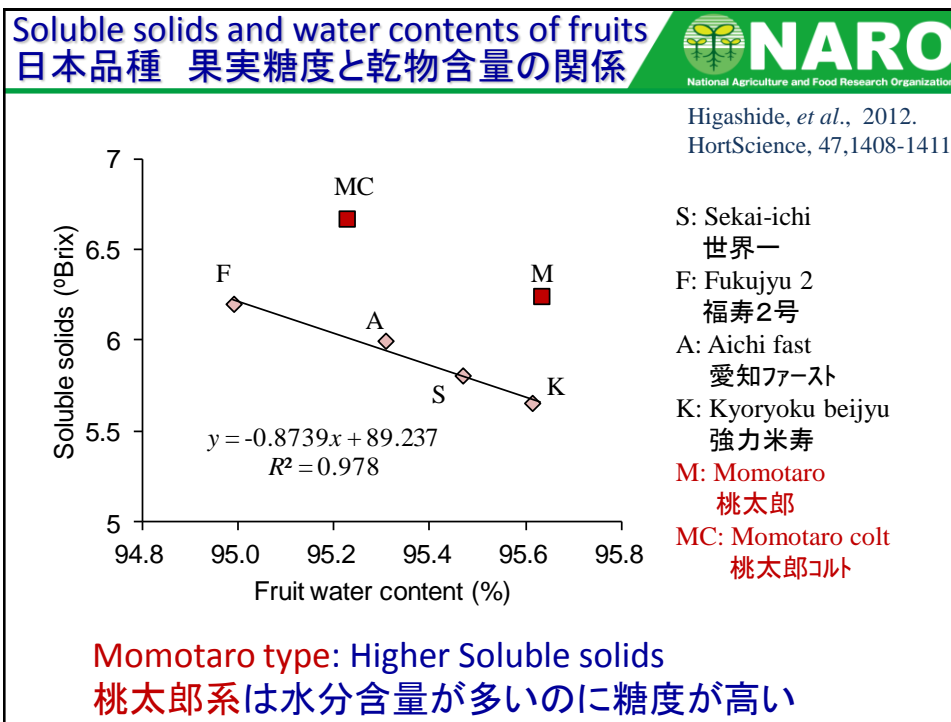












**Conclusion (まとめ)**

**Target of environment control and crop management (生育制御の目的と制御対象)**

- Control of rate of growth, development and maturity (生育・成熟速度の制御) ⇒ Temperature (温度)
- Increase in dry matter production (物質生産を増やす) ⇒ Light, CO<sub>2</sub>, Plant management (光、二酸化炭素、群落管理)

**To increase in yield (収量増加のために)**

- IL (受光量) ↑ or LUE (光利用効率) ↑ (TDM = LUE × IL)

**To increase in IL (受光量増加のために)**

- Greenhouse transmissivity (施設の光透過率) ↑ or LAI (葉面積指数) ↑

**To increase in LUE (光利用効率増加のために)**

- CO<sub>2</sub> enrichment (CO<sub>2</sub>施用) or High LUE cultivar (品種)

**Japanese tomato cv. improved high soluble solids without decrease in water contents of fruits (日本のトマト品種は水分含量を維持して高糖度に)**

## Reference (参考)

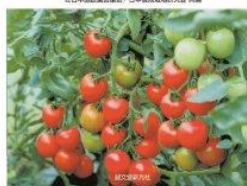


トマト オランダの多収技術と理論  
～100トンドリの秘密～  
エペ・フェーヴェリンク 編著  
農文協  
¥3,150

### All about Hydroponics 養液栽培の すべて

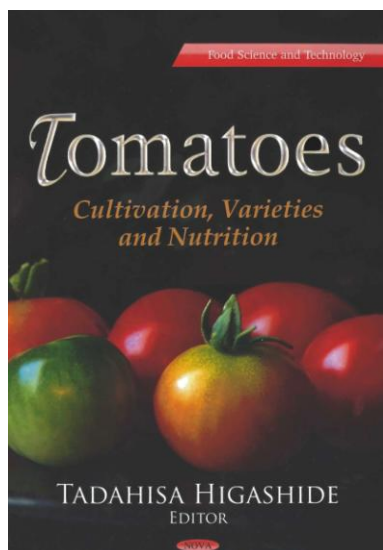
植物工場を支える基本技術

社団法人施設園芸協会 日本養液栽培研究会 編



養液栽培のすべて: 植物工場  
を支える基本技術  
日本施設園芸協会・日本養液  
栽培研究会編  
誠文堂新光社  
¥3,990

## Reference



Tomatoes: Cultivation, Varieties and  
Nutrition”

Edited by Higashide, T.

Nova Science Publisher (USA), \$150

Part 1: Yield components, translocation,  
sensing, plant disease, trade (T. Higashide, T.  
Nishizawa, Y. Shishido, F. Hahn, S. Imanishi, A. Noguchi, I.  
Honda, J.P. Lara-Ávila, J. Simpson, Á.G. Alpuche-Solís, B.  
Bouizgarne, A.B. Aoumar A., N.A. Pastor, S.B. Rosas, J.A.  
Andrés, M.C. Niederhauser, M. Rovera, W.N. Leke, A.N.M.  
D. Sali A. Na. and N. Woin, R. Choudhary, S.A. Walters, B.  
Nzanza, K. Pofu, P. Mashela, J. Pablo, M. Giacinti, J. Uribe )

Part 2: Antioxidant, lycopene, ripeness,  
processing, human health (M.H. Suárez, E.M.  
Rodríguez, C.D. Romero, N.F. Santos-Sánchez, R. Valadez-  
Blanco, R. Salas-Coronado, F. Costa, M.L. Baeta, D. Saraiva,  
M.C. Castilho, M.T. Verissimo, F. Ramos, G.S. Maritz, M.  
Mutemwa, I.N. Pasias, V. Papageorgiou, K. Barmperis, N.S.  
Thomaidis, C. Proestos)

## The use of diffuse light and supplementary light in high-yield vegetable production

(高収量野菜生産における錯乱光と補助光の利用)

Dr. Silke Hemming and Dr. Ep Heuvelink

Wageningen UR, Greenhouse Horticulture (施設園芸)  
Wageningen University, Horticultural Supply Chains Group

(ワーゲニンゲン大学、園芸産物サプライチェーン・グループ)



## Innovations Dutch Protected Horticulture last 50 years (primary production)

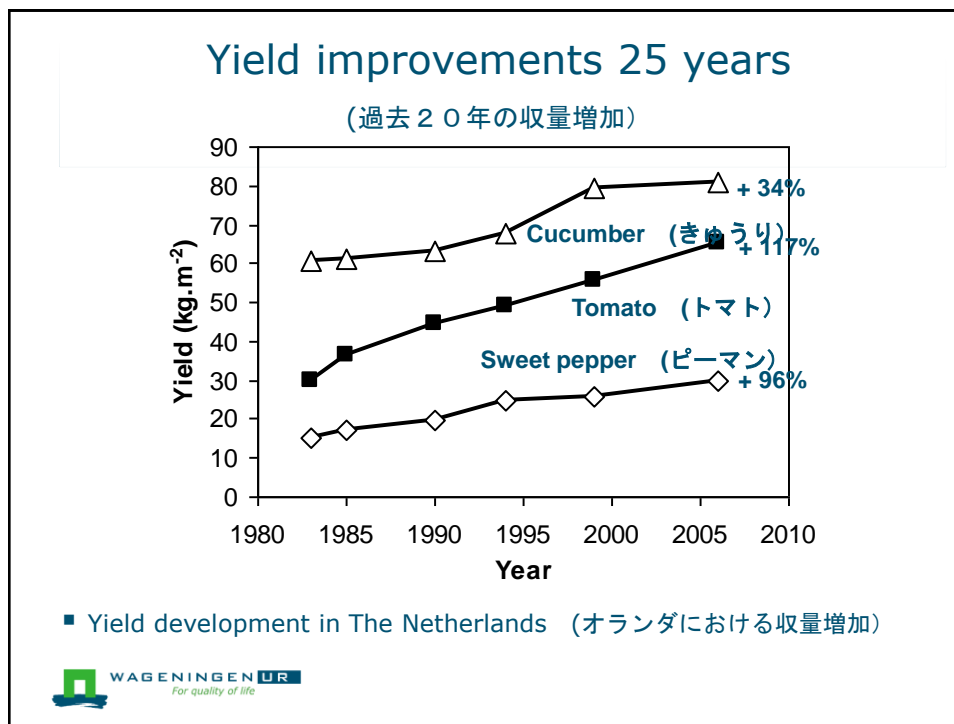
(過去50年間のオランダ施設園芸の技術革新・一次生産)

Focus: to become independent of. (重点: からの解放)

- Soil (substrates) (土壌 (基質、養液) )
- Environmental conditions (greenhouses, climate control)  
(環境条件 (温室、環境コントロール) )
- (Fossil) energy (energy saving, sustainable sources)  
(化石エネルギー、(省エネ、持続可能性)
- Chemicals (IPM, biological control)  
(化学物質 (総合防除、生物防除) )
- Labour (Logistics and robotics)

(労働 (ロジスティクス、ロボットの利用) )、

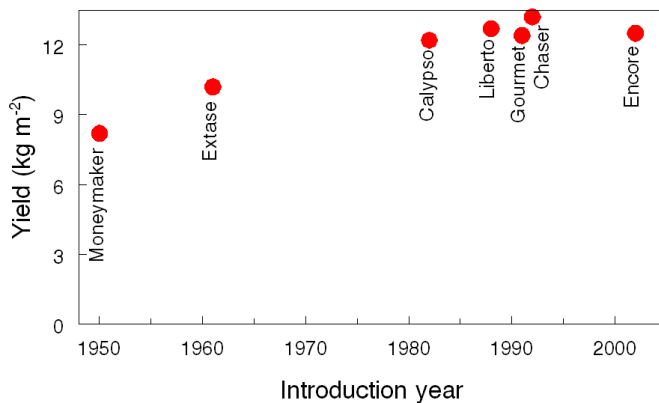




- ## Yield improvements 25 years
- (過去20年の収量増加)
- Higher yielding cultivars (高収量品種) ➔
  - Longer cultivation ("51 weeks green")  
(生育期間の延長 (年51週間の成長))
  - Improved crop management (e.g. higher LAI) ➔  
(改良された生育管理 (例: より高い葉面積指数))
  - Substrate culture (more optimal root environment)  
(溶液栽培 (より適切な根圏環境))
  - CO<sub>2</sub> enrichment (炭酸ガス施肥)
  - More light (光量の増加)
    - \* improved greenhouse transmission (温室の光の透過性の改善)
    - \* diffuse light (錯乱光)
    - \* supplementary light (補助光) ➔
- 
-

## Yield improvements by cultivars

(品種改良による収量向上) (short autumn cultivation) (秋季短期栽培)

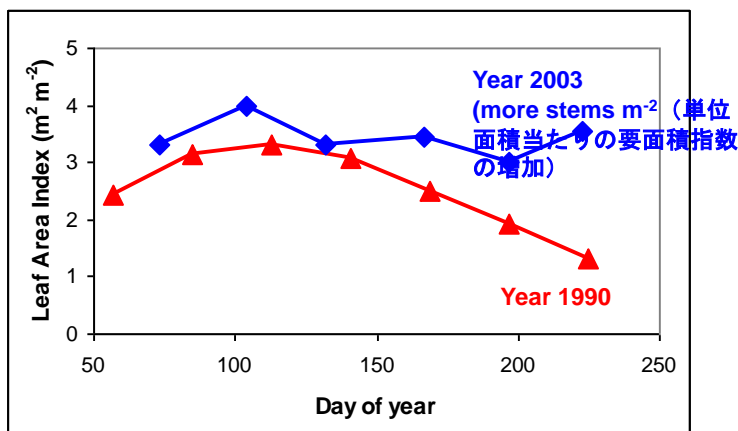


40% yield increase since 1950, mainly because of higher light use efficiency (主として、光の使用効率の向上により、1950年より収量は40%向上した)



## Yield improvements by crop management

(栽培方法の改善による収量増加)



Year 2003  
(more stems m<sup>-2</sup> (単位面積当たりの要面積指数の増加))

- Measured LAI throughout the season for tomato (measurements at modern commercial farms) (トマト全生育期間で計測した要面積指数) (近代的な商業農場)



## Importance of light (光の重要性)

- Rule of thumb: 1% less light means 1% lower yield

(経験則：光量が1%減ると収量も1%低下する。)

- Data from literature and growers (文献等からのデータ) :

### Crop Yield reduction at 1% less light

(光量が1%減った時の収量低減)

Crop	Yield reduction at 1% less light
Lettuce(レタス)	0.8%
Radish (ハツカダイコン)	1%
Cucumber (きゅうり)	0.7-1%
Tomato (トマト)	0.7-1%
Rose (バラ)	0.8-1%
Chrysanthemum (キク)	0.6%
Pointsettia (ポインセチア)	0.5-0.7%
Ficus benjamina (観賞用ゴム)	0.6%



Source: Marcelis et al., 2006

## Importance of light (光の重要性)

- Natural sun light is for free!  
(自然の太陽光は無料！)
  - Free energy for greenhouse heating  
(温室暖房のための無料のエネルギー)
  - Free light for crop production  
(農作物生産のための無料の光)
- Add supplementary light only if necessary  
(必要に応じて、補助光を加える)





## Use natural light (自然光の利用)

More light by... (より多くの光を)


- Advanced covering material (先進的な被覆材)
  - Glass/modern plastic (ガラス、プラスチック)
  - Modern coatings on glass (+5-8%) (ガラスのコーティング)
  - New plastic films ETFE (+3%) (新しいプラスチックフィルム)
- Lighter greenhouse construction (5-10%) (軽量温室の建設)
- Less installations above crop (5-10%) (作物の遮蔽となる物の除去)
- Cleaning roof (10-15%) (屋根の洗浄)




## Use natural light (自然光の利用)


- PAR transmission different greenhouse covering materials (光の透過性が異なる温室被覆資材)

Material (資材)	Transmission hemispherical $\tau_h$ (透過性)
PE film	72-82%
Glass clear	82-84%
ETFE film clear	85-87%
Glass with anti-reflection coating clear	88-92%

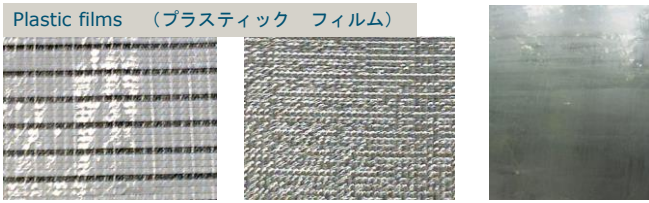


## New trends: Diffuse coverings


(新しいトレンド：錯乱被覆)



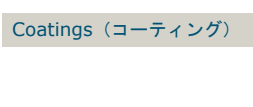
**Plastic films (プラスチック フィルム)**



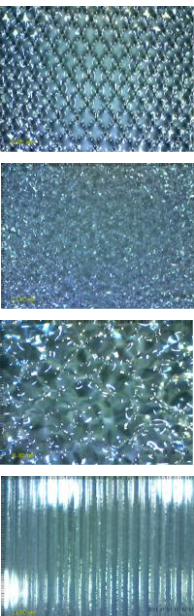
**Screens (スクリーン)**



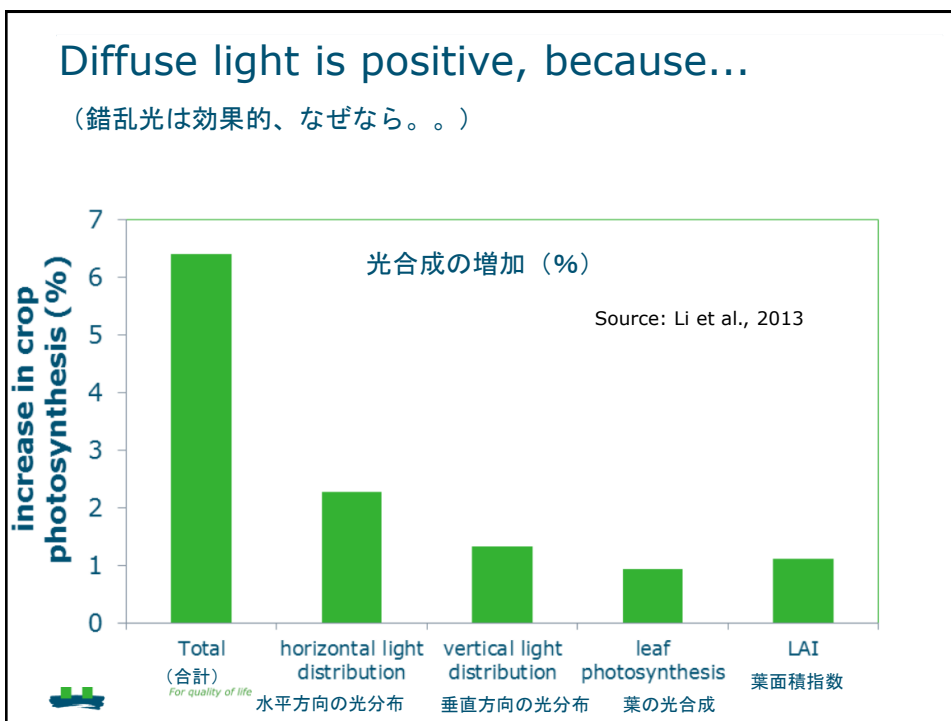
**Coatings (コーティング)**



**Glasses (ガラス)**



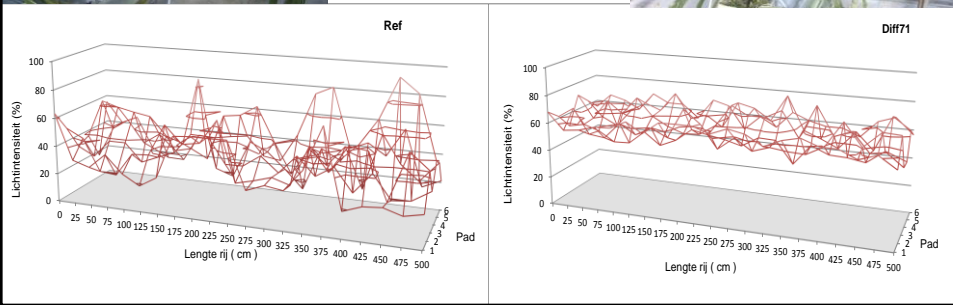
**WAGENINGEN UR**  
For quality of life



## Horizontal light distribution – tomato

(水平方向の光分布—トマト)

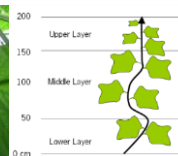
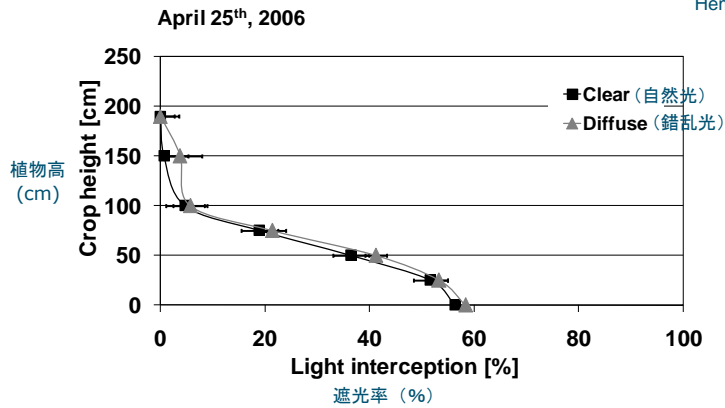
Dueck et al. (2012)



## Vertical light distribution – cucumber

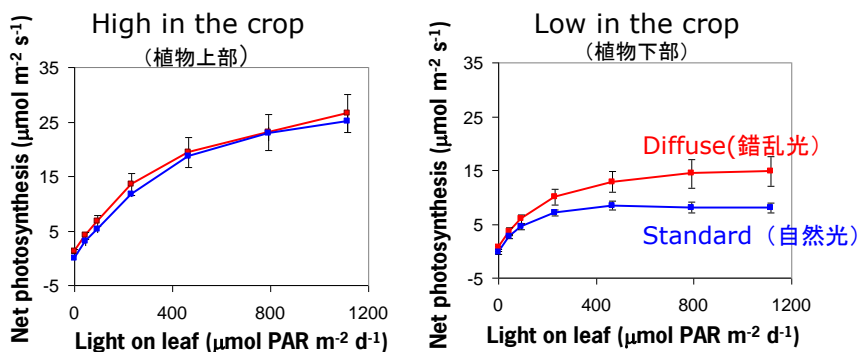
(垂直方向の光分布—きゅうり)

Hemming et al. (2007)



## Photosynthesis – cucumber

(光合成—きゅうり)



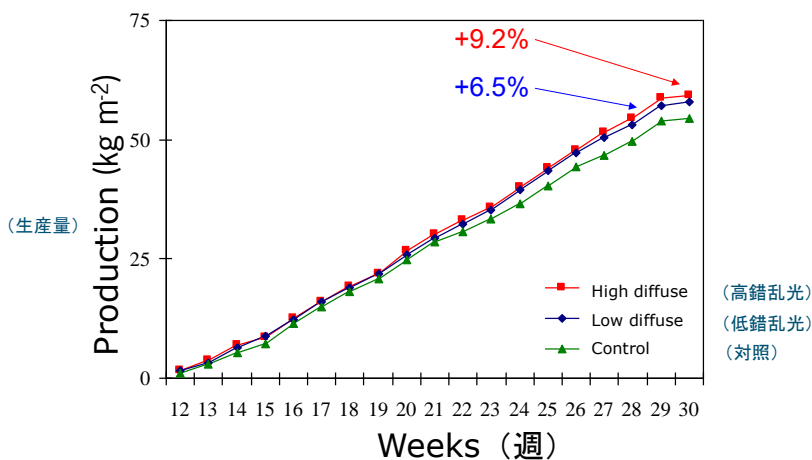
- Photosynthetic capacity of standard and diffuse covering (錯乱光、自然光における光合成能力)



Source: Dueck et al., 2008



## Yield – cucumber (収量—きゅうり)



- Diffuse light: 9% higher cucumber production (crop planted in March)

(錯乱光の利用により、3月植えの場合、9%の収量増加があった。)



Source: Dueck et al., 2008

## New trends: supplementary lighting

(新しいトレンド：補助光)

### Reasons (理由)

- Improved market position (競争力強化)
- ✓ Year-round production or earlier production (あるいは早期生産)
- ✓ Improved product quality (品質改善)
- Higher yield(収量向上)
- More options for crop control (生育制御の可能性の増強)
- More regular labour demand (必要労働量の一層の平準化)



About 25% of Dutch glasshouse area is equipped with supplementary light (オランダの温室の25%は補助光の利用のための施設が備わっている。)



## New trends: supplementary LED lighting

(新しいトレンドーLEDを利用した補助光)

- LED instead of HPS(HPSに替わるLED)
- Efficiency(効率) :
  - HPS ca. 1.8  $\mu\text{mol}/\text{W}$
  - LED red ca. 2.3  $\mu\text{mol}/\text{W}$
- Position and direction in canopy (群落における位置と方向)
- Timing (タイミング)
- Spectrum (スペクトル)



## New trends: supplementary LED lighting

(新しいトレンド：LEDによる補助光)

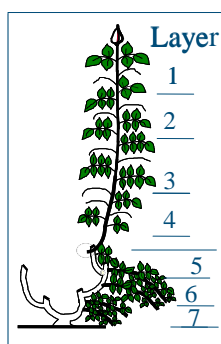
Toplighting(上部から)



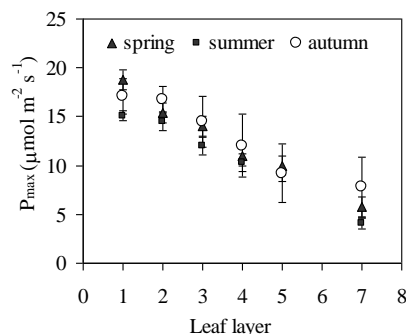
Interlighting (群落内)



## Interlighting (群落内照射)



(層)

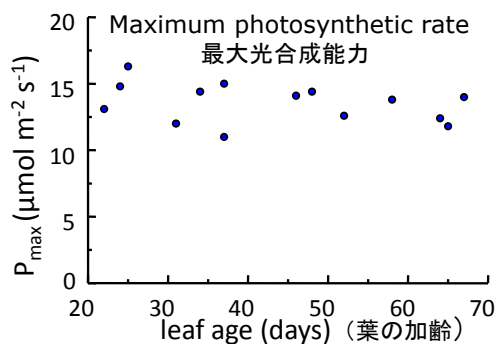


- Maximum leaf photosynthetic rate ( $P_{max}$ ) decreases strongly deeper in crop canopy: interlighting is useless? (最大光合成能力は群落内で急速に低下する。群落内照射は無益なのか?)
- Low light levels and leaf ageing act in the same direction: Reducing leaf N content and thus  $P_{max}$  (光量の低下と加齢は葉の窒素量の低下、最大光合成能力の低下を導く)



Source: Gonzalez Real and Baille, 2000

## Interlighting (群落内照射)



- Tomato plants grown horizontal to separate adaptation to low light levels from ageing (水平方向に成長したトマトは、加齢に伴い低光量に適応できる)
- No ageing effect during life time of tomato leaf ! (トマトの葉が活着している間は、加齢による影響は無い！)



Source: Trouwborst et al., 2011

## LED interlighting (LEDによる群落内照射)

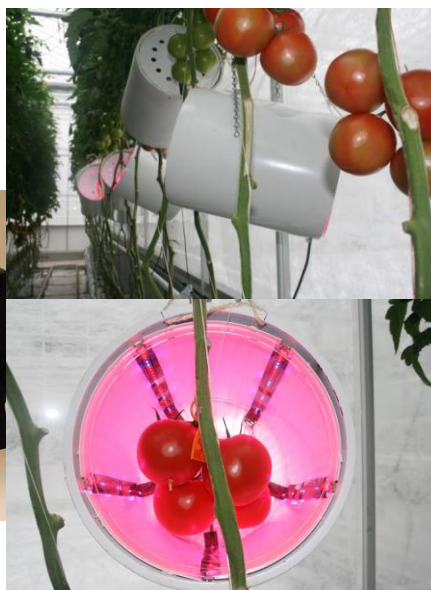


Therefore, interlighting can result in yield increase !  
 (したがって、群落内照射により収量向上が実現する)  
 6-8% annual increase observed for cucumber (Finland) and tomato (Island)  
 (フィンランドのきゅうり、で島嶼部のトマトで6%の年間収量の増加)



## LED and fruit quality (LEDと果実の品質)

- More vitamine C with LED light of tomato fruits  
(LEDの利用によりトマトのビタミンCが増加する)



## Conclusion light (結論)

- Light is important growth factor (光は重要な生育要素)
- 1% more light is 0.7-1% more yield  
(光量が1%増えれば、収量は0.7-1%増加する)
- Use natural light, increase greenhouse transmission  
(自然光使用：温室の透過率を高める必要)
- Diffusing coverings increase yield, especially in countries with high direct radiation advantageous  
(直射日光が強い国では、錯乱光の利用は収量を高める)
- Supplementary light needed in Higher latitudes  
(高緯度地域では補助光が有効)
- Interlighting with LED gives perspectives  
(LEDを用いた群落内照射は将来有望)
- Combination of diffuse and LED possible  
(錯乱光とLEDの組み合わせも可能)





