

光を使った美味しい野菜づくり

—LED植物工場の開発状況—

- (1)人工光型植物工場
- (2)光による植物の栽培制御
- (3) 植物栽培光源としてのLED
- (4)LED植物工場による機能性野菜の生産
- (5)玉川大学での取り組み

2025年2月20日(木)

玉川大学 農学部 先端食農学科
渡邊 博之

watahiro@agr.tamagawa.ac.jp

作物生産システムの種類

(開放的)



露地栽培

ビニル温室栽培

ガラス温室栽培

温室水耕栽培

太陽光併用型植物工場

人工光型植物工場

(閉鎖的・集約的)

三浦農園（高圧ナトリウムランプ, 1983）

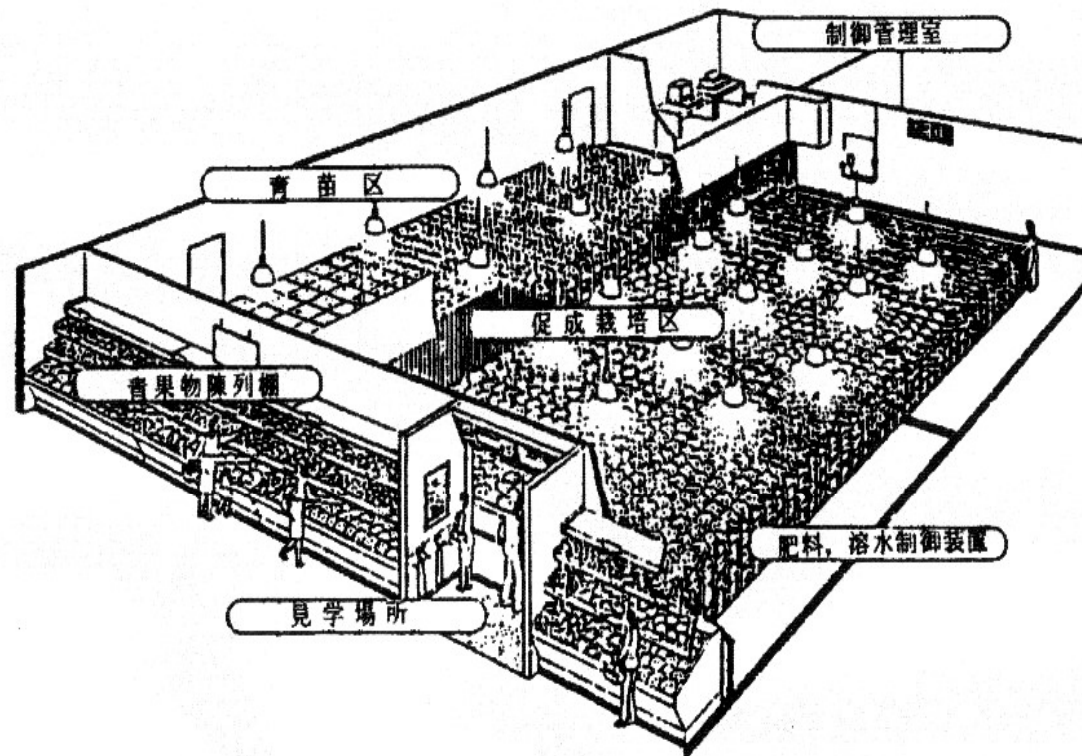
育苗室 (HPSL)



栽培室 (HPSL)



電源ユニット



- 1985年(昭和60年)千葉 ダイエーララポート
- サラダ菜・レタス

ダイエー・バイオフィーム(日立製作所)



■ 1985年(昭和60年)千葉 ダイエーラボポート

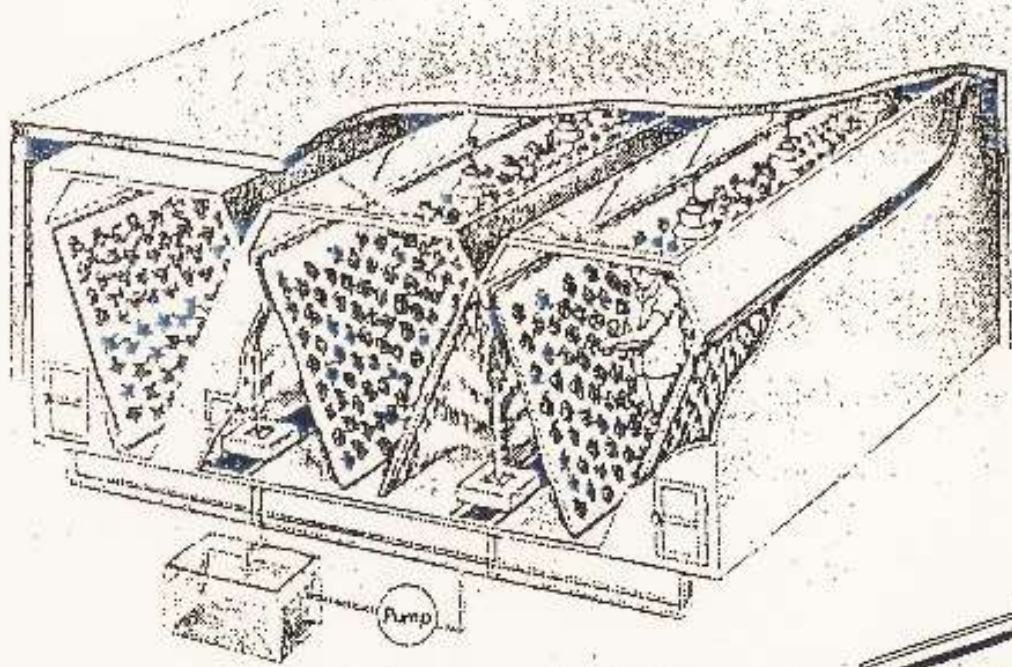
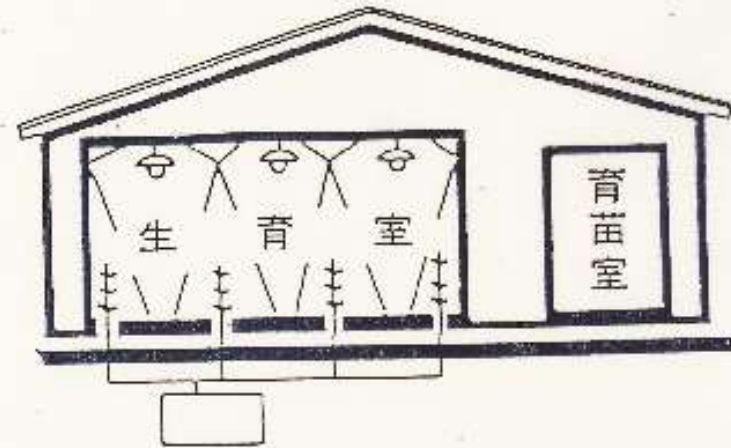


写真1 TSファームの構造図



キューピー野菜工場
(TSファーム) 模式図
(1989年)



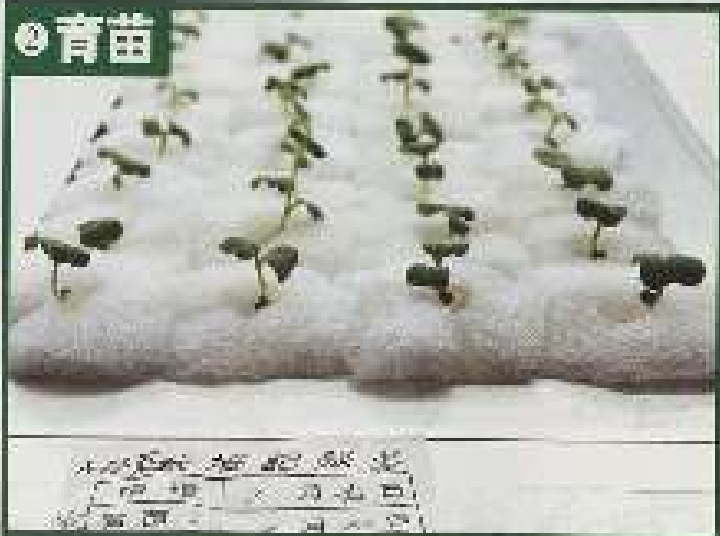


① 播種



ラプランタ方式では、調湿する種はサカタのタネから全量仕入れる。発芽率は99%以上と言う

② 育苗



新芽が出てから2~3cmの苗が育つまでは、小さな培地を使い、スペースを効率的に使う

育苗後、収穫までの定植工程では、成長に応じて、培地の位置をずらしていく



三洋電機とラプランタの野菜工場の概念図

上のイラストはラプランタが今年1月から稼働させた長野県岡谷市にある施設。約1600㎡の建屋でレタスやハーブ類などを生産する



フェアリーエンジェル
本社・京都北山工場



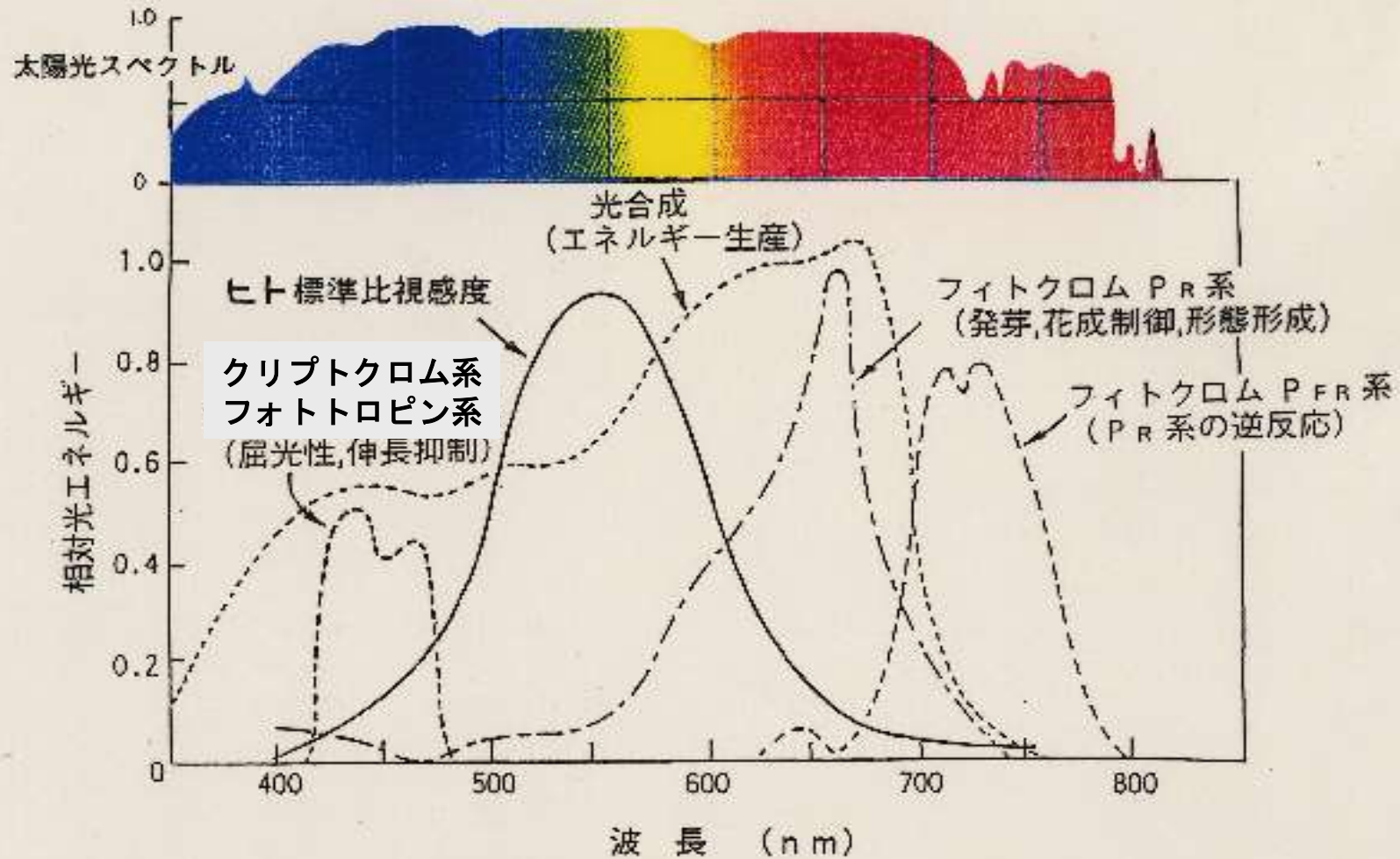




フェアリーエンジェル
福井工場の外観と栽培室
(2008年)



植物の光要求性



植物の光要求スペクトル

(チャンパー作物 20 種の平均 K.J.McCree 1972)



光
温度
水分
肥料
pH
炭酸ガス
農薬
風
接触刺激
電界・磁界
.
.
.

発光ダイオード

植物の潜在能力を
最大限に引き出す

発光ダイオード (LED) の特徴

- | | |
|--------------|------------|
| 1. 単色光である | → 波長制御が容易 |
| 2. 熱線を含まない | → 近接照射が可能 |
| 3. パルス化が可能 | → 光利用効率の向上 |
| 4. 長寿命・コンパクト | → 装置設計上有利 |

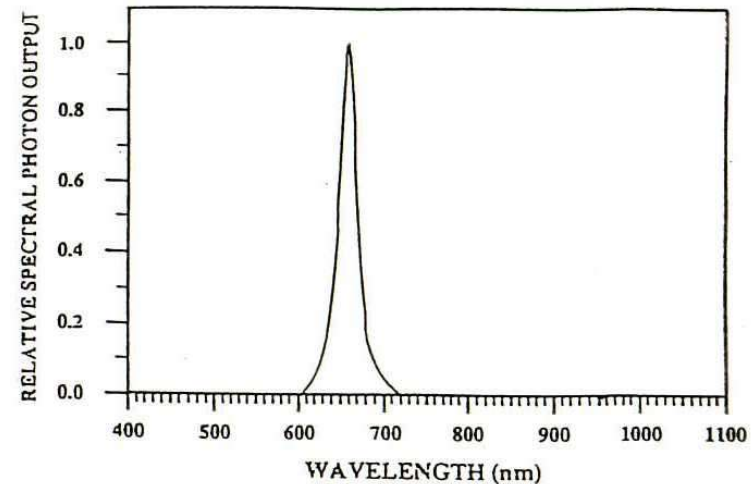
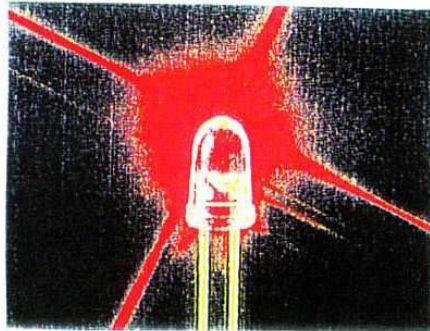
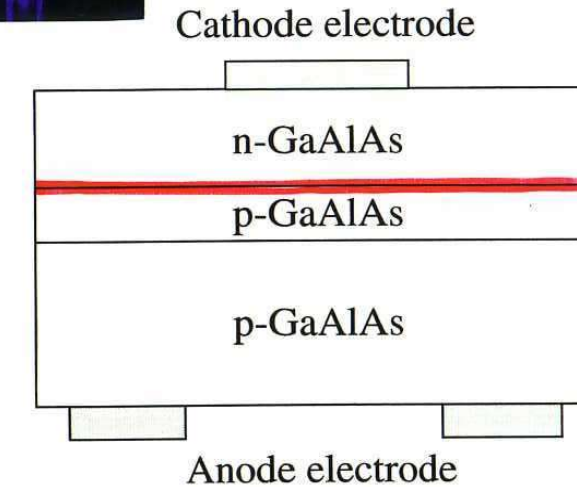
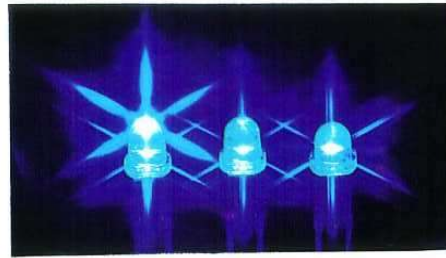
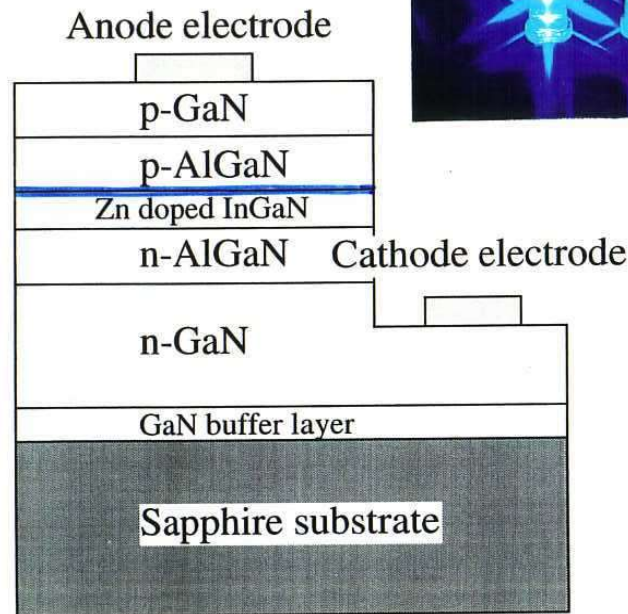


図 LED (660nm) の発光スペクトル



Blue LED chip of GaN 1)
(Nichia Chem. Co. LTD.)

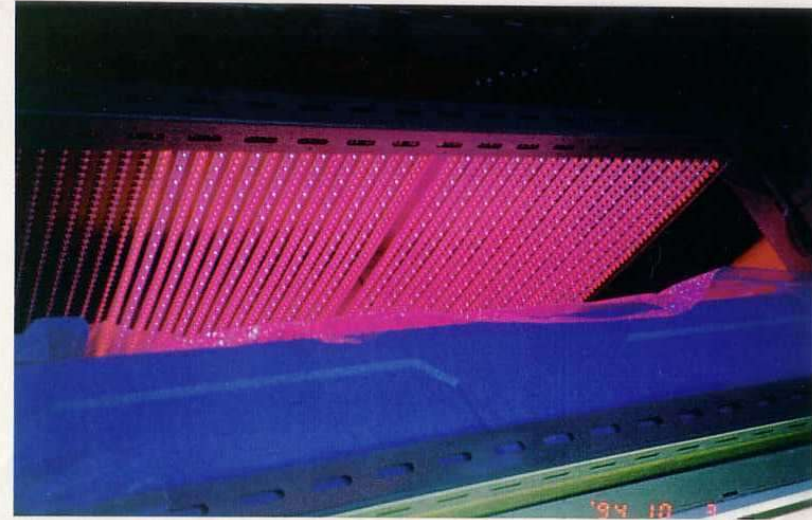
Red LED chip of GaAlAs
(Mitsubishi Chem. Corp.)

Microstructures of blue and red LED chips

1) Technical catalog of NICHIA Chem. Co. LTD.



Blue LED Lamp



Lamp panel with blue and red LEDs



Hydroculture system with LED lamp panels

Growth of leaf lettuce by LED light (red and blue)



Sunlight
In greenhouse

White Fluores-
cent light
(W.F.L)

LED light
660nm (90%)
+ 450nm (10%)

Growth of Komatsuna (*Brassica campestris* L.
rapa gr.) under the LED light



W.F.L.

660nm: 90%

660nm: 100%

+

730nm: 10%

Growth of Chingensai (*Brassica campestris* L.) under the LED light



660nm: 100%

660nm: 90%

W.F.L.

+

730nm: 10%

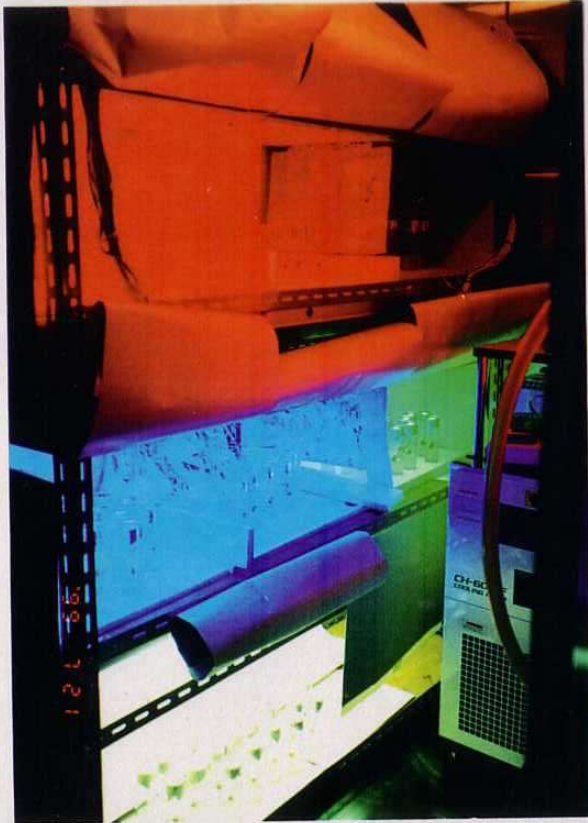
Growth of cherry radish (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* DC) under the LED light



660nm: 90%
+
730nm: 10%

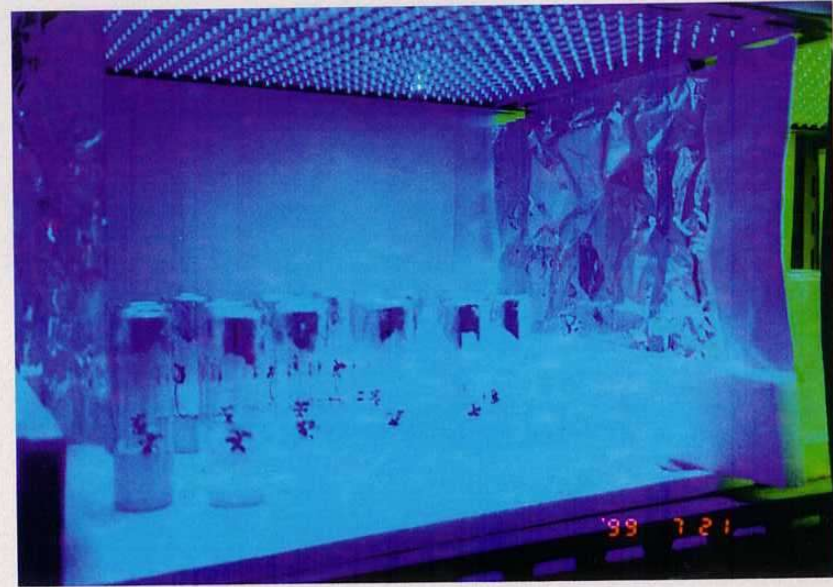
660nm: 100%

660nm: 90%
+
450nm: 10%



LED光照射試験装置

660nm 680nm 730nm
450nm 470nm 525nm
白色蛍光灯



470nm 青色光培養区



図 エキザカム実生の生長と開花に及ぼす各種LED照射光の影響
(LED照射開始後62日目(播種後92日目)に撮影)





白色蛍光灯 ($100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)

660nm LED ($100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)

リーフレタス 植え付け14日後

アントシアニン含量に対する青色光の効果 (2012、Goto, E)

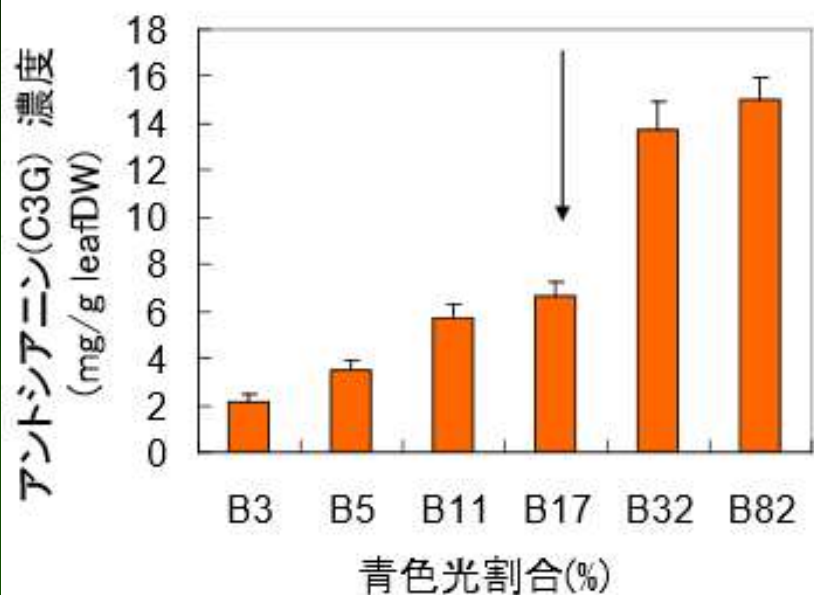
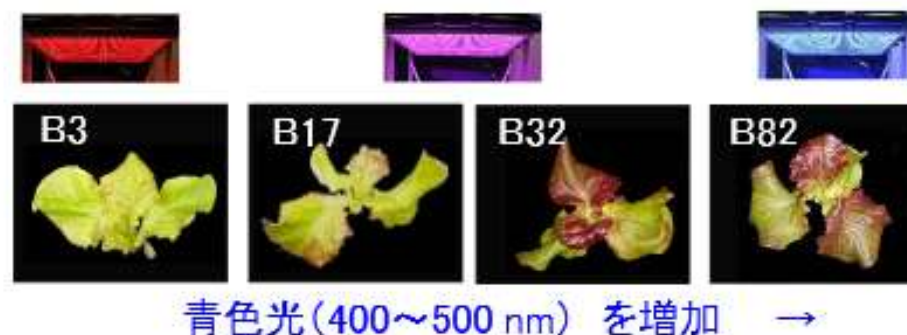


図 異なる青色光割合で育てた赤系リーフレタスのアントシアニン濃度 (品種：レッドファイアー)
数値は光合成有効光量子束に対する青色光量子束の割合



青色光割合を高めると、
抗酸化作用のある
赤色アントシアニン色素が増大

生産物の体内成分分析

(11/12 日本食品分析センター依頼)

<レタス>

	露地物 (A)	LED (B)	B/A比 (倍)
水分 (g/100g)	95.7	95.6	1.0
タンパク質 (g/100g)	1.0	1.2	1.2
脂質 (g/100g)	0.2	0.2	1.0
植物繊維 (g/100g)	0.5	0.4	0.8
灰分 (g/100g)	0.6	0.8	1.3
糖質 (g/100g)	2.0	1.8	0.9
エネルギー量 (kcal/100g)	13	12	0.9
鉄分 (mg/100g)	1.0	0.59	0.6
総カロテン (mg/100g)	0.13	1.79	<u>13.7</u>
ビタミンA効力 (IU/100g)	70	990	<u>14.1</u>
総アスコルビン酸 (mg/100g)	6.0	11	<u>1.8</u>
総トコフェロール (mg/100g)	0.3	1.3	<u>3.3</u>
硝酸態窒素 (mg/100g)	20	34	1.7



玉川大学 Future Sci Tech Lab.



2010年3月完成



赤色光LEDによるリーフレタス
水耕栽培



青色光LED、赤青混合光LEDを
用いたリーフレタスの水耕栽培



ダイレクト水冷式ハイパワー
LEDランプパネルを用いた
多段式植物栽培システム



1. LEDを光源とした完全制御型植物工場の実用性の検討

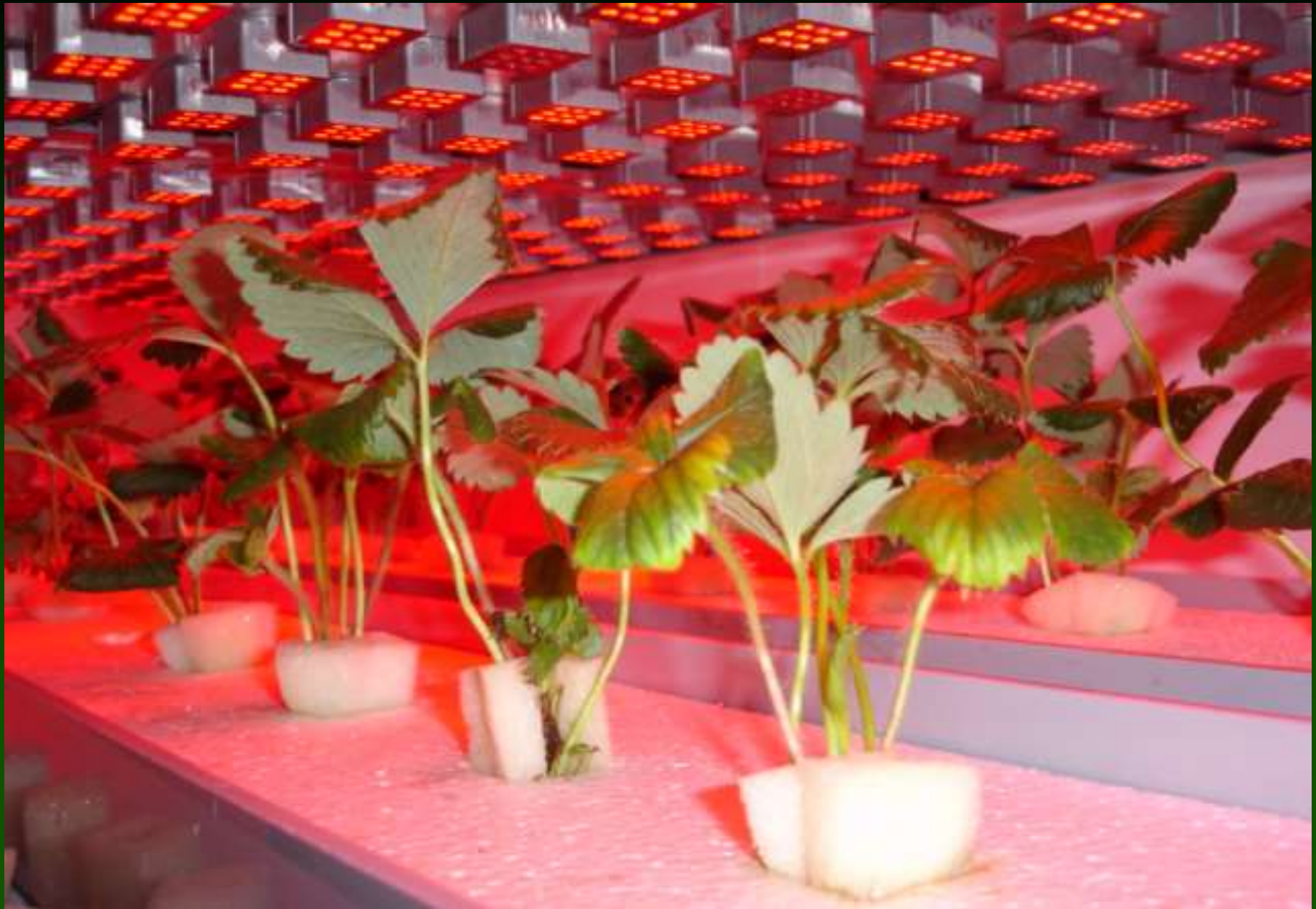


水冷式ハイパワーLEDを搭載した植物栽培システム

照射波長を変えたレタスの水耕栽培実験 ↓



赤色LEDを用いたイチゴの水耕栽培



LEDによるイチゴの無農薬 水耕栽培



ジャガイモ デジマの生育状態



赤色区



赤青色区



赤青緑色区

収穫時のデジマの状態

※スケールバー：50cm



赤色区



赤青色区

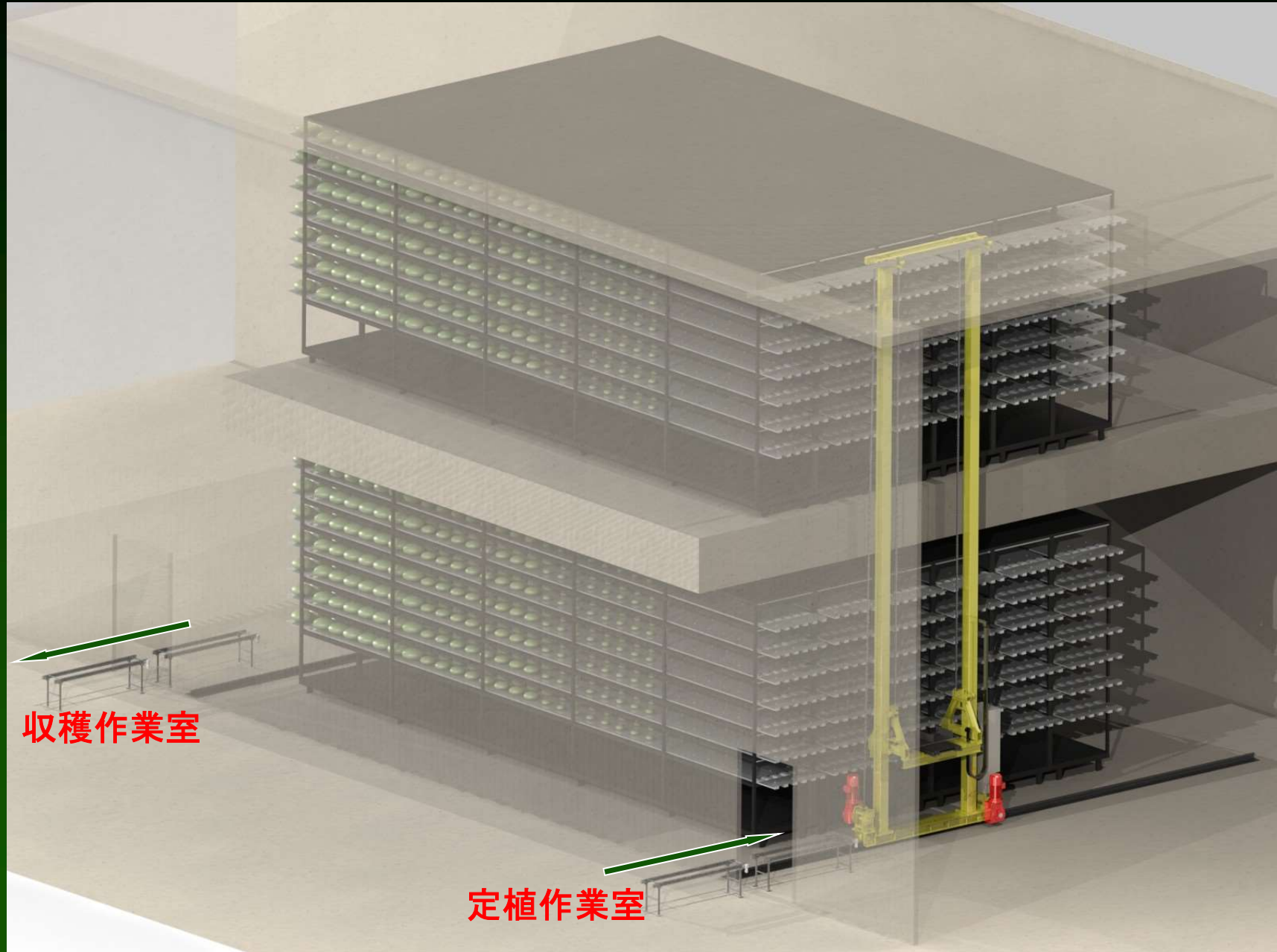


赤青緑色区

Sci Tech Farm「LED農園」

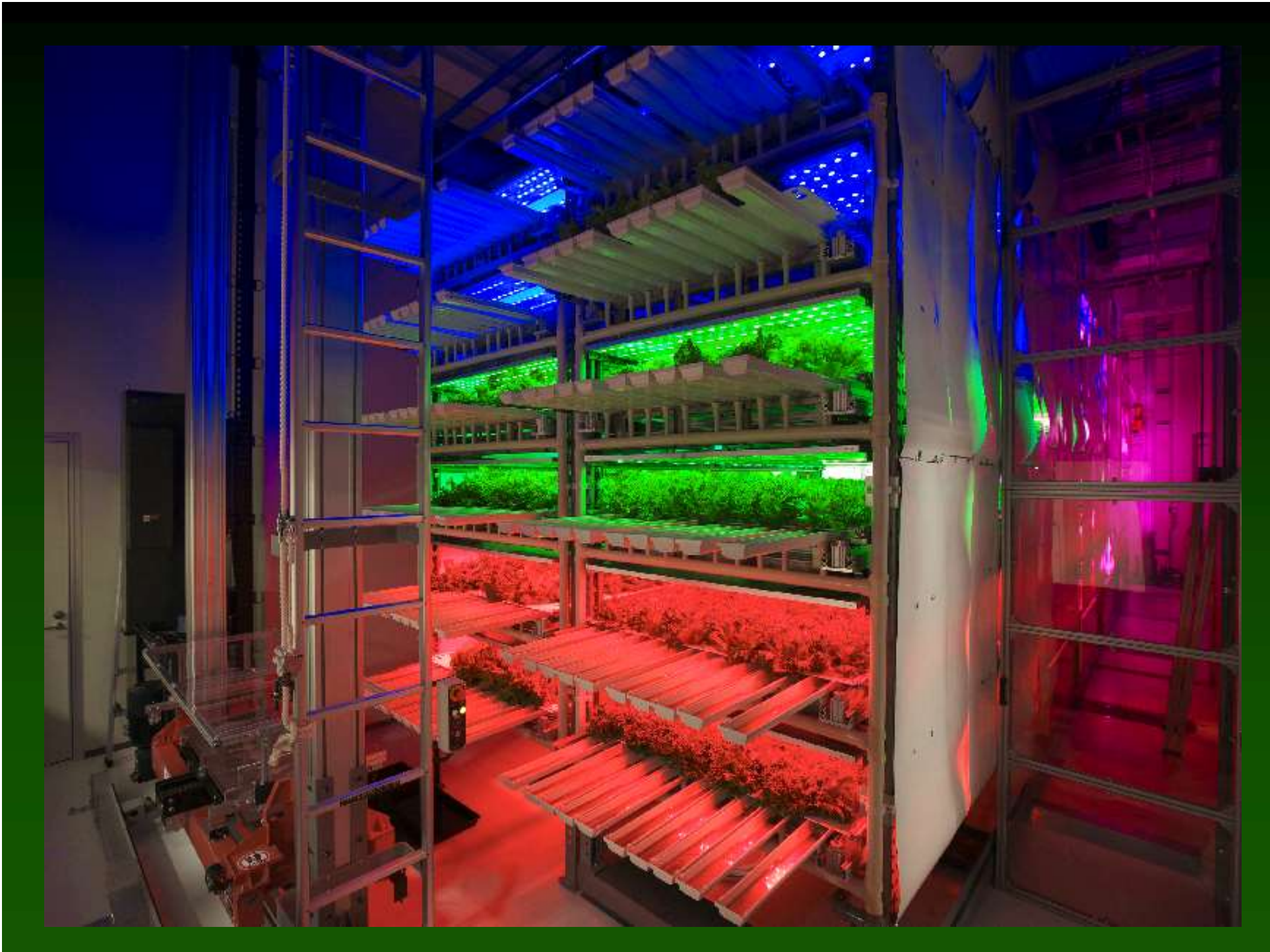
(2012年10月～日産600株規模で試験運転開始、2014年11月～
日産3200株規模(フルスケール)での生産開始)





収穫作業室

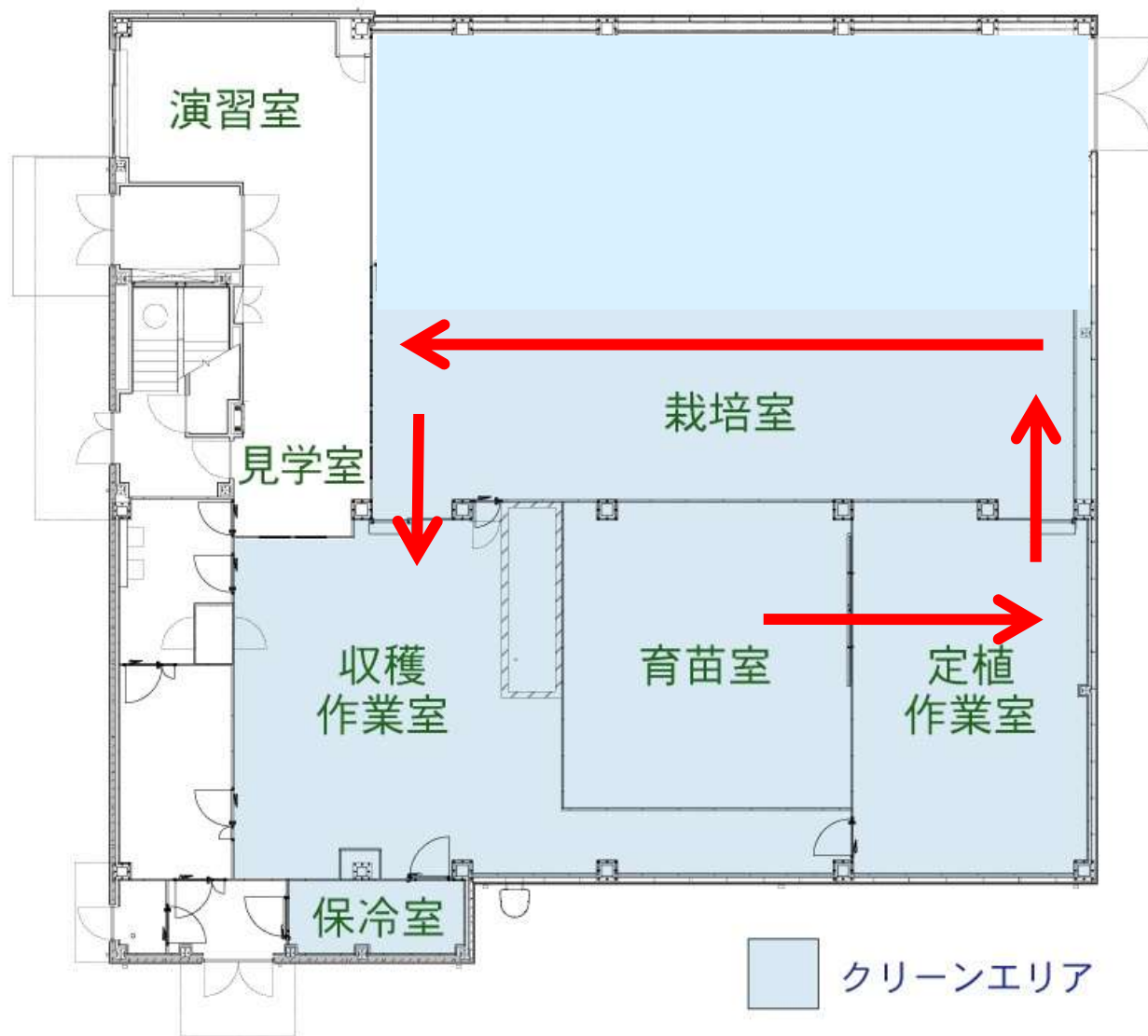
定植作業室

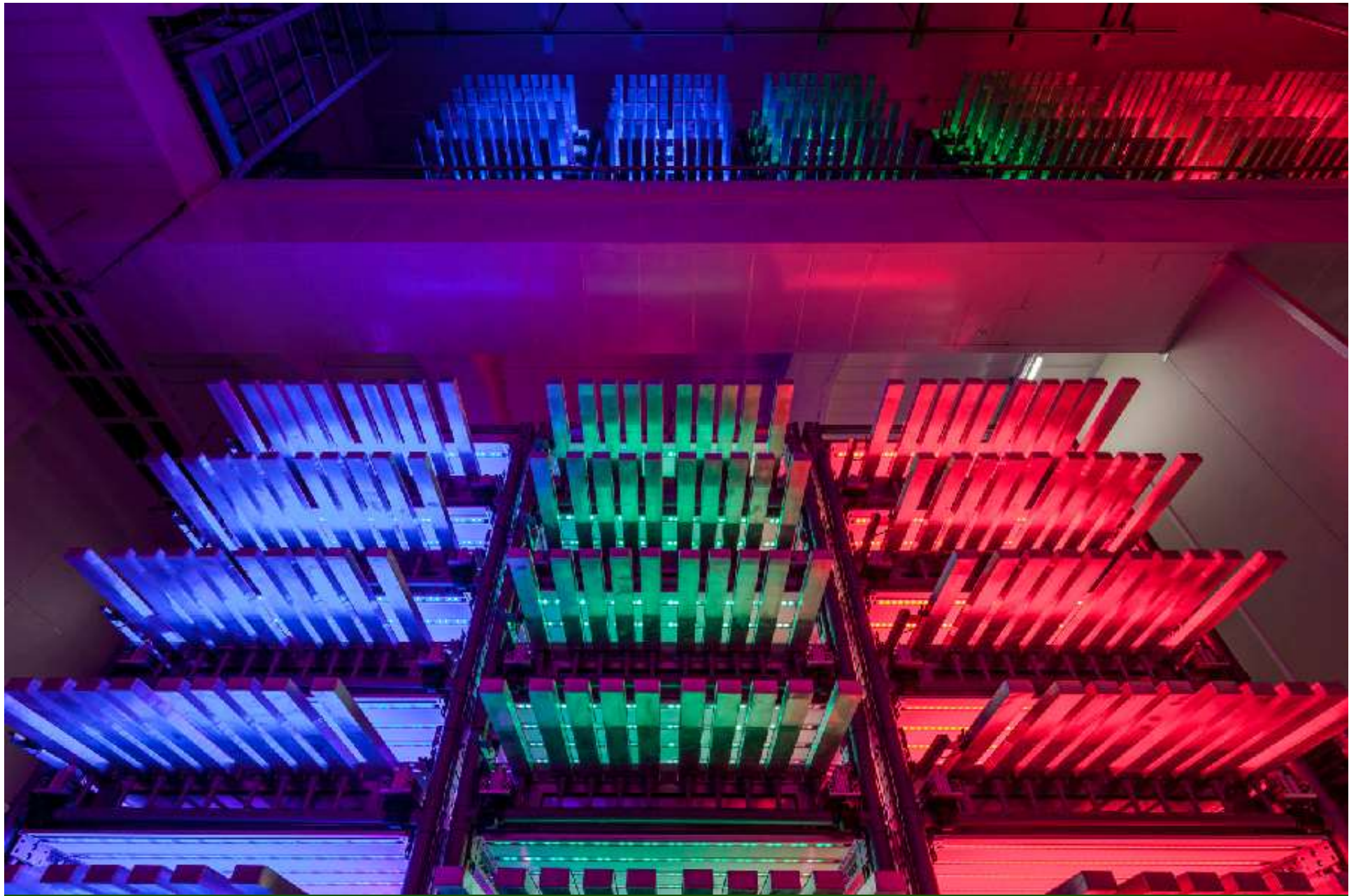




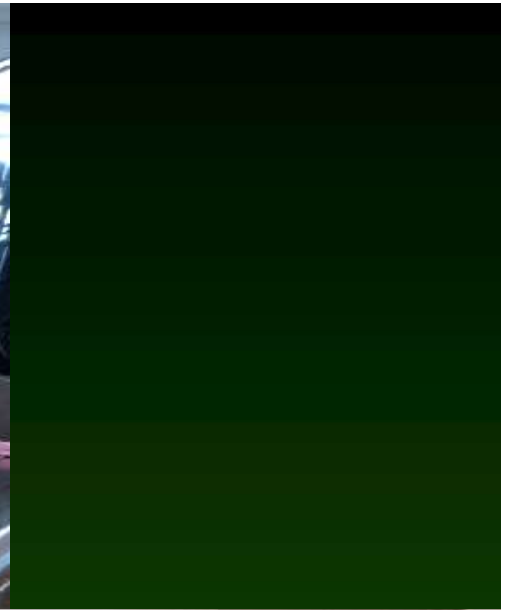


1F





日産3200株スケールでの生産開始(2014年11月)



2012年12月20日より
学内食堂でレタス販売



～夢が広がる未来の野菜～

2013年2月1日
小田急沿線スーパーで
販売開始





「夢菜」ブランドのラインナップ(2016年11月)

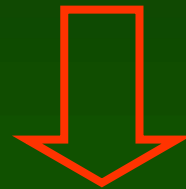


「夢菜」ブランドの新ラインナップ(2017年8月、2品目追加)

LED植物工場システムの今後の展開

1. 高品質野菜、果菜類、ハーブ、薬草類の
植物工場生産

2. 遺伝子組換え作物の植物工場生産



新しい機能性食材、健康増進作物、 医薬作物の生産