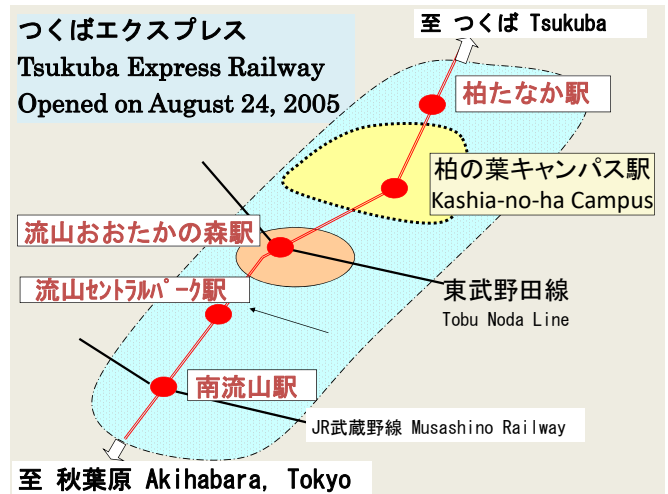


柏の葉、明日の場を考えるための実践の場
 Kashiwa-no-ha, Laboratoire pour penser la ville de demain


都市農業—明日の都市の食料
 AGRICULTURE URBAINE: NOURRIR NOS VILLES DE DEMAIN
 2012.12.2
 Tokyo 日仏会館



Toyoki Kozai 古在豊樹
 Non Profit Japan Plant Factory Association
 NPO植物工場研究会
 (千葉大学・環境健康フィールド科学センター内)



千葉大学・環境健康フィールド科学センター、2003年4月設置
 Center for Environment, Health & Field Sciences of Chiba University was established in April, 2003



Toyoki Kozai was appointed as Director of the Center during 2003-2005.

Tsukuba Express Railway Line under construction



Kashiwa-no-ha Station under construction

Kashiwa-no-ha Railway Station under construction. Photo was taken in July 2003, from the rooftop of Center for Environment, Health and Filed Sciences 環境健康フィールド科学センター本館3Fから柏の葉キャンパス駅を望む。2003年6月撮影

当センター教育研究活動の使命 Mission of the Center is to promote co-operative research & educational activities:

- For creating urban environments where people, especially children, aged and/or handicapped persons, can enjoy their life with peaceful feelings and positive action.
- For creating symbiotic societies, in a broad sense, with respect to health, welfare, care, education and bio-production, based on a concept of oriental medicine and philosophy unifying the mind with body into one.
- For creating various systems for production, material and energy recycling, resource saving and environment conservation with full use of biological abilities of self-organization, self-reproduction and self-remediation, and for creating symbiotic social systems with full use of human abilities of self-reflection and synergy.
- For training young researchers and social leaders based upon the education programs developed by the Center.

Keywords of Center for Environment, Health and Field Sciences
 環境健康フィールド科学センターにおける研究のキーワード

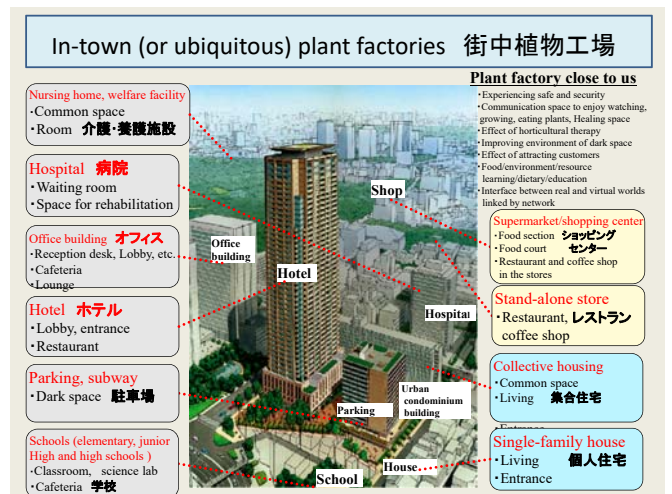
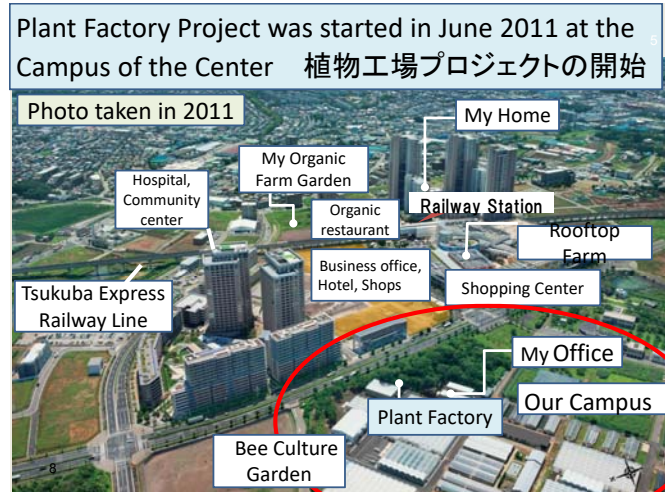
Environment 環境
 ■ 屋上緑化・壁面緑化

Food 食
 ■ 閉鎖型植物生産システム
 ■ 農産物販売
 ■ 技術教育・研修

Health 健康
 ■ クミレスタウンプロジェクト
 ■ 園芸療法
 ■ 東洋医学(漢方・鍼灸)
 ■ 医食同源プロジェクト
 ■ 自然セラピー

■ 高度化セル培養器生産利用システム
 ■ コミュニティー・スポーツ
 ■ 東洋医学(漢方・鍼灸)

Horticulture, Urban Agriculture, Oriental Philosophy



Multi-functionality of Plant Factory 植物工場の多機能性

- 安心・安全の経験 Experiencing safe and security
- 時と場所によらず生き物との会話 Communication space for enjoy
- 育、食、癒 Growing, eating plants, healing space
- 園芸療法 Horticultural therapy
- 循環利用による環境改善 Improving environment
- 利用者へのサービス Attracting customers
- 食料、環境、資源 Food/environment/resource
- 生涯学習、食養生、教育、Learning/dietary/education
- リアルとバーチャルの統合 Interface between real and virtual worlds linked by Internet

Small refrigerator-size and table-size PFAL for home use displayed at P-Square showroom in Kashiwa-no-ha Campus of Chiba University 植物工場研修棟の展示室



福島県の小学校に設置された小型植物工場
Elementary School in Fukushima where the big earthquake attacked in March 11, 2011



Tomioka Elementary School

Photo by Prof. M. Takagaki

A plant factory at the lobby of a hospital in Tokyo
Vegetables are grown by the clients and served to the hospitalized clients 東京都府中市 榊原記念病院のロビー



Photo taken at Sakakibara Memorial hospital on September 8, 2012

“Vegefile” on the desk, designed by K. Hara of Chiba University 本立て



家庭用小型植物工場
Household PF connected with Internet for SNS



Panasonic Inc., Patent pending

A PFAL built next to an Italian Restaurant



Daiwa House Corp. 大和ハウス

'Urban Farm' inside Office Building of Pasona Inc. in Tokyo パソナ(株)のアーバン・ファーム

Indoor Rose garden

Meeting Room



At Cafeteria

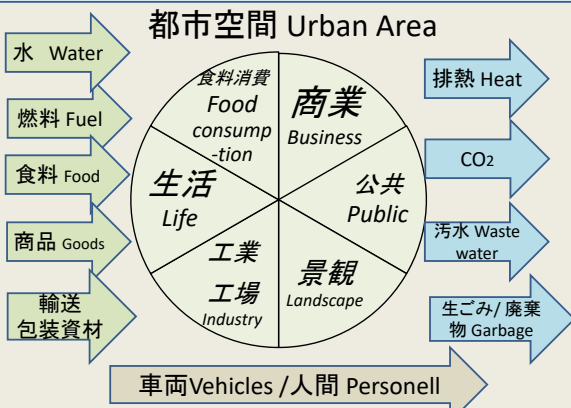
In front of Restroom Door



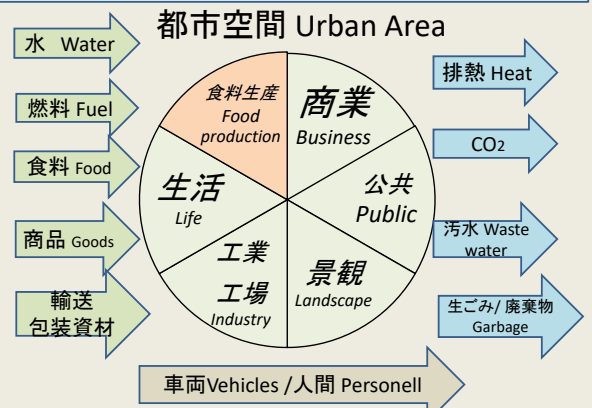
Why Plant Factory is considered to be key tool in service industry, and key technology & science in urban agriculture and **Agri-culture city** in the 21st Century? なぜ植物工場が重要なのか？

- Citizens grow plants at home or anywhere nearby, for their food, environment, and health
植物を身近に育て、食料、環境、資源の相互関係を知る
- Their life style, culture, ways of feeling, thinking and actions are influenced by their agricultural life
生活スタイル、文化のありようを変える
- Their agri-culture or agricultural life is harmoniously integrated with their civilized life
文化と文明を調和的に統合する

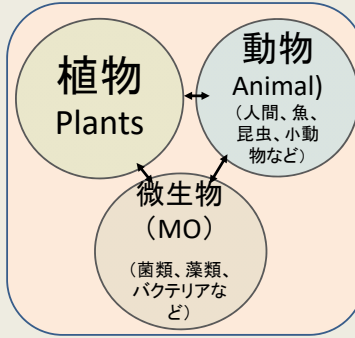
都市空間への流入物と都市空間からの排出物
Flows of energy and materials into and from urban area



都市空間への流入物と都市空間からの排出物
Flows of energy and materials into and from urban area



都市における植物と動物・微生物による物質とエネルギーの循環システムを都市内に構築しよう



植物は光独立栄養性生物であり、光合成による成長のためにはCO₂と無機栄養分を吸収する。また、蒸散作用により根から吸収した水を浄化する。

動物と微生物は従属栄養生物である。成長のためにはCO₂を排出し、有機物のエサを必要とする。また、有機物を含む排泄物がある。

Urban Agriculture 都市農業

- Staple food culture (rice, wheat, maize, etc.) 食糧生産
- Horticulture (vegetables, ornamentals, fruit trees, herbs, medicinal plants) 野菜、花き、果樹、ハーブ
露地園芸、施設園芸・養液栽培、植物工場
Open, semi-open and closed production systems
農家は多くの野菜を園芸施設で、市民は露地で栽培
- Livestock 畜産、Apiculture 養蜂、aquaculture 養殖
- Others

英仏語cultureは、「文化」だけでなく、「農」にかかわる多様な漢字で表現されている。文化は農の一般化

Culture (文化)を含む複合語の例

- Agriculture (農業)
- Horticulture (園芸)
- Hydroculture (水耕)
- Arboriculture (育樹)
- Floriculture (草花栽培)
- Silviculture (造林)
- Aquaculture (養殖)
- Apiculture (養蜂)
- Culture (耕作/培養)



Balance between Culture and Civilization 文化と文明のバランスが求められる

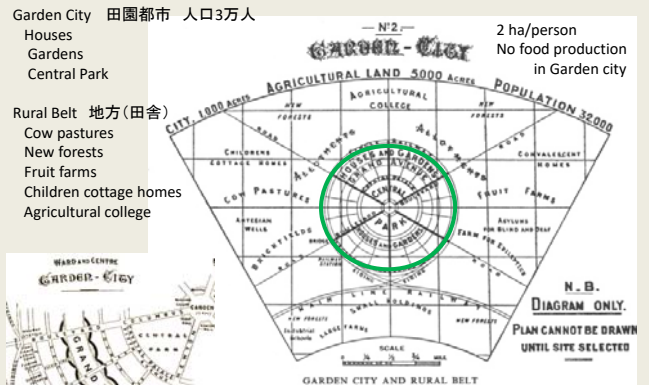


農業都市(Agri-culture city)における食料のグローナカル生産 Glonacal (global+national+local) Production of Foods

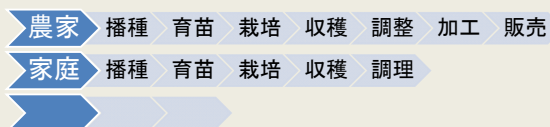


田園都市と農業都市

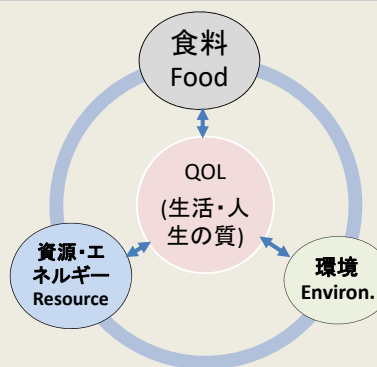
Garden Cities of Tomorrow by Ebenezer Howard (1902)



区分	人口(千人)	面積 (ha)	人口密度
総面積	13,163	219000	60人/ha
区部	8,949		
市部	4,127		
町村	86		
西多摩部	59		
島部	28		



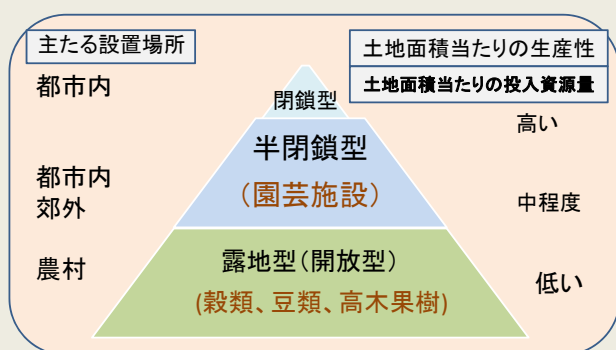
21世紀の地球規模問題：生活の質・人生の質の向上を阻む、食料、資源・エネルギーおよび環境の3すくみ問題



Issues to be considered to develop urban agriculture or Agri-culture city

- Change in life style for enjoying interactions with nature to improve quality of life
- Integration of arts with science and technology
- Re-discovery of 'agriculture-based culture (Agri-culture)' leading to localization ,as well as of civilization leading to globalization
- Local production for local use of fresh food to minimize resource consumption for transportation and emission of environmental pollutants
- Remind that the Earth which is a closed eco- system with respect to substances (matters), although it is a open system with respect to energy.

環境との間の閉鎖度(開放度)にもとづく植物性食料生産システム(閉鎖型、半閉鎖型、露地型)の分類



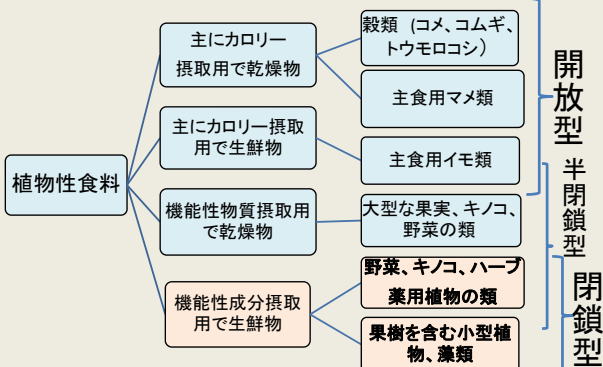
Plants suitable for production in PFAL are:

those which grow fast at relatively low light intensity and at high planting density and almost all part of plant is edible or salable at a high price. Then, electricity cost/salable plant weight is low.

- Transplants or seedlings of all kinds
- Leafy vegetables, herbs, root crops, herbaceous medicinal and aromatic plants with short height
- Short-height plants with high added value/functional plants (Japanese horse radish, miniature rose and orchids, bedding plants, etc.)

Generally, plants for staple food to intake calories (rice, wheat, potatoes, etc.) are not suitable for production in PFAL.

輸送・貯蔵性にもとづく植物性食料の分類



上図には4グループ、6種が示されているが、大別すれば、カロリー摂取用食料と機能成分摂取用食料2種となる

持続可能な生産システムが備えるべき要件

No.	要件
1	省資源(化石燃料節約・節水)的、省エネルギー的・低CO ₂ 排出的である。生産システム内部および他の生産システムとの間の資源循環が存在する。石油系燃料の直接燃焼はしない
2	汚染物質・廃棄物を環境に排出せず、環境保全的である。汚染物質・廃棄物を資源化する。汚染源の投入を最小化する。
3	投入資源利用効率(投入資源量に対する生産量の比率)が可能最大値に近い。主な資源は、光、水、CO ₂ 無機肥料、熱。
4	外乱や異物混入に遭遇しても、高品質で安全な生産物が安定的・計画的に得られる。
5	作業者・地域住民に安全であり、作業者に創意工夫を促す快適なシステムである。
6	作業者を含むシステム全体が環境変化に適応的、進化(自己組織化)する。
7	システム内に不可避免的に発生・蓄積する熱は、適切な方法で外部に排出され、可能な限り、他のシステムで再利用する。

Annual productivity of leafy greens per unit land area is over 100-fold, compared with that of field-grown leafy greens

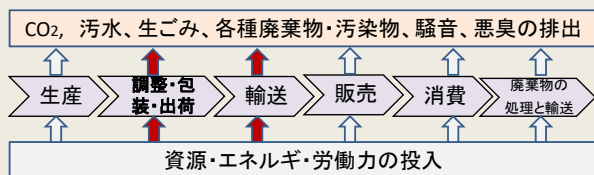
- 10-fold by the use of 10-tier cultivation shelves
- Decrease in culture period by half through optimal environmental control
- Number of days per year usable for culture is doubled by year-round production
- Planting density is doubled
- Production value increases around 1.5 times because of improved yield rate and high quality resulting from no pest damage and weather disasters.

Annual productivity: 120-fold (=10x2x2x2x 1.5)



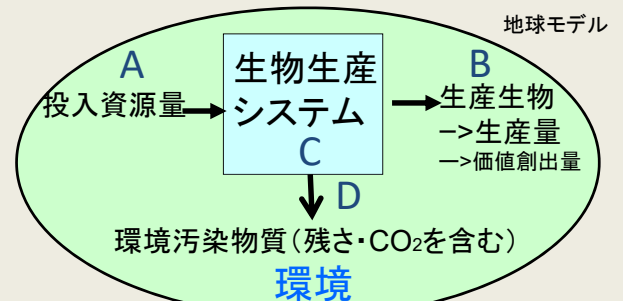
Closed Plant Production System

生鮮食料の生産から廃棄物の処理・輸送の流れ、および流通の各段階における投入と排出。



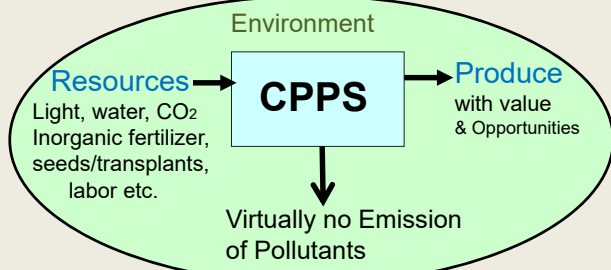
生鮮食料がその消費地である都市内で生産されれば、包装・出荷・輸送に関わる投入量と排出量は大幅に削減される。定量的考察には、LCA (Life Cycle Assessment) が必要である。

生物生産システムにおける資源投入量と生産量の関係および資源利用効率の定義を示す概念図



都市での植物生産システムを持続可能にするには、資源利用効率(B/A)を可能最大値に近づけ、環境汚染物質排出量Dと内部残存量Cを最小化する必要がある。すると、省資源的、環境保全的になり、投入資源コストが最小になる。資源利用効率が理論的に可能な最大値に近いものを閉鎖型生産システムと呼ぶ。

Concept of CPPS (Closed Plant Production system)
- A model of the Earth -



Almost all resource inputs are converted into high quality produce. Then, resource consumption is minimized, and no environmental pollutants are emitted to the outside, resulting in maximum **resource-use efficiencies** and minimum costs.

4/18/2017

T. Kozai

43

Local Production for Local Use

Rooftop
Greenhouse

Healing
room

office

Office

Plant
Factory

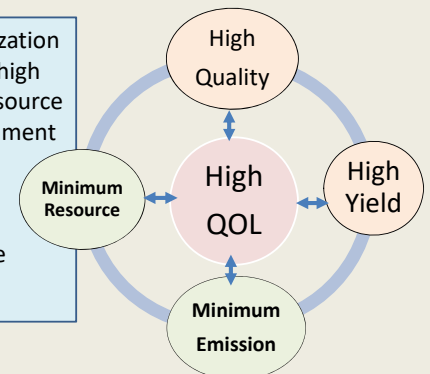
Mushroom, Fish,

By using greenhouses and plant factories
with solar or artificial light, we can:

- cultivate plants regardless of hot, cold, windy, rain weather
- cultivate at standing position
- cultivate leafy plants under artificial light
- annual productivity per land is 5-fold to 100-fold.
- people of all ages can enjoy agriculture

Mission of Plant Factory Project of Chiba University

Concurrent realization of "high yield & high quality" and "resource saving & environment conservation" at lowest costs for improving quality of our life and society



- 多品種、少量生産、地産地消、周年生産
- CULTURE = 文化 = 芸術 + 学術

• 街中植物工場

学校教育 インターネット、農場ゲーム、植物工場ゲーム、リアル植物工場、リアル園芸、市民農園