

東京農工大学遺伝子実験施設
第15回「学校教員のための遺伝子組換え実験教育研修会」
遺伝子リテラシー教育と米国の教育教材



おおとう みちえい
大藤 道衛

トピックス

1. 遺伝子リテラシー教育
2. 米国高等学校での遺伝子教育と教育教材
3. miniPCRの紹介

遺伝子リテラシー教育

生命科学分野の人材

初等・中等教育機関
生物系以外の高等教育(大学学部)
市民教育(博物館等)

生命科学の教養を持つ市民

遺伝子リテラシー教育 (Gene literacy education)
→Public understanding (PU)

遺伝子リテラシー教育と Public understanding

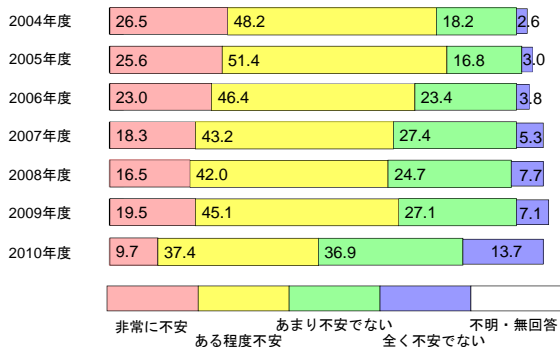
生命科学・バイオに関する記事や情報が溢れている
遺伝子医療など生命科学は更に身近になってくる

「知らないため、解らないため起こる無用な不安」

- ・生命科学やバイオ技術を知ること、情報を取捨選択し自分の考えを持つことができる(市民の常識・教養)
- ・遺伝子医療・再生医療を受ける側の判断力
- ・食の安心安全を自ら判断する力

「次代を担う人材の育成、科学技術の国民理解を促す
科学技術コミュニケーション活動の推進」
第4期科学技術基本計画(平成23年～平成27年)

遺伝子組換え食品に不安を感じる人々



食品安全モニター課題報告「食品の安全性に関する意識調査等について」より

- ◆ 組換え食品に対しては男性の5割、女性の7割以上がある程度以上の不安を持っており、特に女性に不安を持つ人が多い。
- ◆ 不安を持つ人の割合は減少傾向にあり、2010年度には全体の約5割

[内閣府]
遺伝子組換え技術による研究開発成果の普及に関する意識調査 平成20年7月

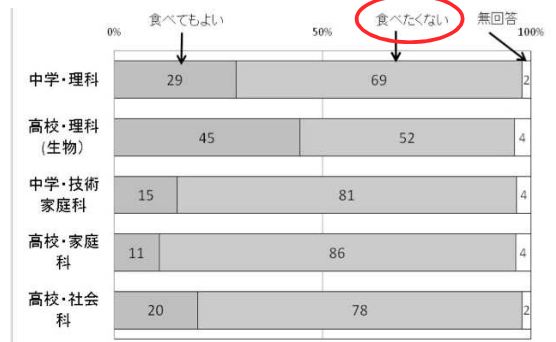
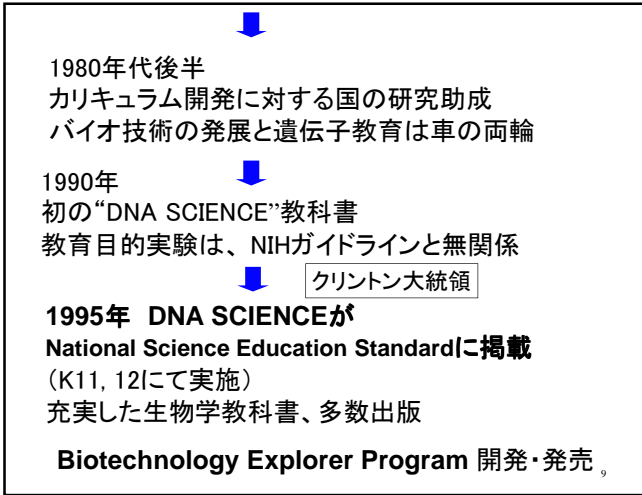
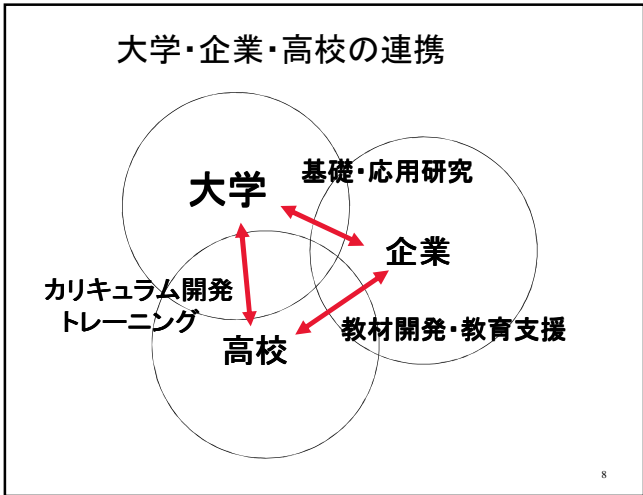
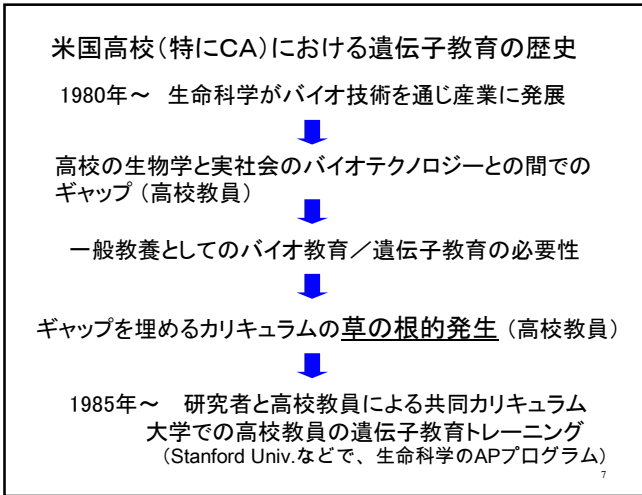


図 2-4 遺伝子組換え食品の摂食意向(学校教員)

8,000名より解答数4,080名(回答率51%)



米国高校生物学教科書

分子生物学含む遺伝について: ~20%
ヒト生物学、実験、ストーリー性
Advanced placement (AP) Biology

米国高等学校生物学における実験授業

実施学年: 主にK11, 12
(National Science Education Standard)
Regular, Advanced Placement (AP)

組換えDNA実験:
大腸菌K12株を用いるような教育レベルの実験は、NIHガイドラインの除外事項でありどこでも実施可能

ヒトゲノムDNAを用いた実験:
倫理的問題に関わらない範囲で実施可能
病気に関係する遺伝子は用いない
表現型に関わる遺伝子は用いない
親子鑑定や民族の違いに関わるDNA配列は用いない

Review

The Involvement of Genome Researchers in High School Science Education

Maureen Munn,^{1,6} Peggy O'Neill Skinner,² Lane Conn,³ H. Geraldine Horsma,⁴ and Paula Gregory⁵

¹Department of Molecular Biotechnology, University of Washington, Seattle, Washington 98195 USA; ²The Bush School, Seattle, Washington 98112 USA; ³Stanford DNA Sequencing and Technology Center, Stanford University, Palo Alto, California 94304 USA; ⁴Henry M. Gunn High School, Palo Alto, California 94306 USA; ⁵Human Cancer Genetics Division, Ohio State University, Columbus, Ohio 43210 USA

Genome Res.9, 597-607 (1999)

Figure 1 High school students participate in authentic research projects. (C) Through a project developed at the Human Genome Education Program at Stanford University, local high school students participate in an experiment called DNA Snoopies—peeking at your DNA. Students use PCR to amplify DNA from their own cheek cells and examine human alleles through DNA microarrays. In parallel to the program used to help locate sick children from the “Grey Wolf” in Argentina. Through this compelling human story, students learn DNA basics while exploring issues of privacy, family, and legal issues surrounding DNA typing and its uses.

“Biotechnology Explorer Kits & Curriculum ”

高等学校等での実習授業を想定したキット
各レッスンは50分、レッスンごとに目標を示し、レッスン開始、
最後に理解度チェック実施
<Kit内容>

- ①実習に必要な試薬・器具
- ②実習準備マニュアル
- ③教員用テキスト(授業目標、実習指導テキスト、理解度テスト)
- ④生徒用テキスト(授業目標、実習テキスト、理解度テスト)
- ⑤実習に必要な用語説明・参考資料



explorer.bio-rad.com

遺伝子工学と実習キットシリーズ

ゲノムDNA抽出

Genes in a Bottle Kit

遺伝子クローニング

Cloning and Sequencing Explorer Series
Secrets of the Rainforest kit

遺伝子解析

DNA Fingerprinting kit
PV92 PCR | Informatics kit
Crime Scene Investigator PCR Basics™ kit
GMO investigator™ kit
Lambda DNA kit

遺伝子導入(形質転換)

pGLO™ Bacterial Transformation kit

遺伝子発現タンパク質

Green Fluorescent Protein Chromatography Kit

タンパク質解析

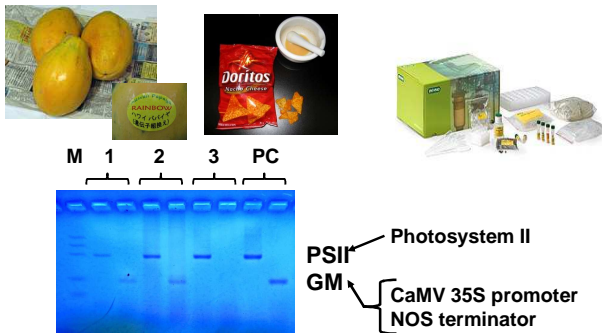
Got Protein™ kit
Comparative Proteomics kit I, II
ELISA Immuno Explorer™ kit
Size Exclusion Chromatography kit

STEM教育

IDEA Kit
STEM Electrophoresis Kit

14

GMO investigator



1. Doritos, 2. GM papaya (Rainbow), 3. nonGM (NC)

STEM教育

科学教育、工学教育、技術教育、数理教育を統合・体系化した教育で、新たなイノベーションを生み出す人材を育む教育。
オバマ政権の最優先課題の一つ(2009年11月)

President Obama Launches "Educate to Innovate" Campaign
for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math
(Stem) Education **November 23, 2009**

The White House Science Fair 2010



<http://www.whitehouse.gov/blog/2010/10/18/robots-solar-cars-and-rockets-white-house-science-fair>

16

Next Generation Science Standards (NGSS: 次世代科学スタンダード)

2012年に全米学術研究評議会:NRCが提唱した学習達成度を示したスタンダード。
NGSSは、STEM教育の考え方を、実際のカリキュラムに落とし込むための到達目標である。学校でのカリキュラム、教材を含めた教育システムを構築するための基盤となる。NRC、NSTA(全米科学教員協会)、AAAS(米国科学振興協会)が協力し、2014年現在まで、26州が実践を前提として進めている。



<http://www.nextgenscience.org/>

17

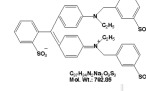
教材事例1. 食品色素の分析

Science

化学
食品添加物

Technology

電気泳動による
色素の分離



Engineering

電気泳動装置



Mathematics

移動度計測
色素の同定

18

教材事例2. ヒトの遺伝子多型分析

Science **Technology**

Engineering **Mathematics**

Alu解析

$p=0.375, q=0.625$
 $+/+ \quad p^2 = 0.14 (0.25)$
 $+/- \quad 2pq = 0.47 (0.25)$
 $-/- \quad q^2 = 0.39 (0.50)$

Hardy-Weinbergの法則
 χ^2 乗検定 19

http://www.minipcr.com/

PCR 実験の流れ

試薬の仕込み → PCR反応 → 電気泳動 → DNAの検出

miniPCR™ の構造

- 加熱蓋 (サンプルの濃縮防止)
- ヒートブロック
- 冷却ファン
- マイクロプロセッサ (温度サイクルの調節)

汎用機器との比較

miniPCR **iCycler** **miniPCR** **iCycler**

bp
400
200
100

PCR増幅 DNA断片の電気泳動パターン
 レーン1: 130bp, レーン2: 200bp, レーン3: 400bp

アニーリング温度の検討
 1: 54 ° C, 2: 59 ° C

参考文献

丹生谷博 「理科教員のための遺伝子組換え実験教育研修会誌上再現。」バイオテクニシャン17(2):48-59(2009)

笹川由紀, 佐々義子, 大藤道衛, 小野道之「教育目的ヒトゲノム・遺伝子解析実験の普及と実験指針についての検討。」生物教育49(2):90-107(2009)

Oto M, Ono M & Kamada H "Gene literacy education in Japan -Fostering public understanding through practice of hands-on laboratory activities in high schools." Plant Biotechnol 23: 339-346 (2006)

大藤道衛 「リテラシーとしての遺伝子教育(1) 遺伝子教育とアメリカにおける動向。」バイオテクニシャン 13(1):27-35(2005)

24