



RAPPORT LNR 4054-99

Algekulturteknologisk forskning i Japan

Rapport fra besøk ved RITE,
april 1999

RITE



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Orustad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 68 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Algekulturteknologisk forskning i Japan Rapport fra besøk ved RITE, april 1999	Løpenr. (for bestilling) 4054-99	Dato 05.05.1999
	Prosjektnr. Undernr. 97168 98001	Sider Pris 18
Forfatter(e) Torsten Källqvist	Fagområde Algekulturteknologi	Distribusjon
	Geografisk område	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Sasakawa-fondet, NIVA	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

NIVA ved Haakon Thaulow og Torsten Källqvist besøkte i april 1999 det Japanske forskningsinstituttet RITE (Research Institute of Innovative Technology for the Earth) for å orientere seg om forskningsvirksomhet om algekulturteknologi - spesielt utnyttelse av mikroalger for fiksering av CO₂ og produksjon av H₂. RITE har siden 1990 drevet to meget store prosjekter på biologisk CO₂ fiksering og H₂-produksjon med totalbudsjetter på hhv. 127 og 45 mill. US\$. Virksomheten har omfattet isolering og foredling av egnede mikroalger og bakterier med målsetningen å effektivisere CO₂-fiksering og H₂-produksjon. Videre er det utviklet ulike reaktortyper med tanke på effektiv utnyttelse av lysenergi for mikroorganismenes fotosyntese. Integreerte konsepter, hvor fiksering av CO₂ fra røykgasser m.h.a. mikroalger utnyttes til produksjon av verdifulle råvarer eller produkter er utviklet og utprovd i pilotskala. Systemer for H₂-produksjon er basert på biologisk flertrinnsprosesser med ulike mikroorganismer (mikroalger, anaerobe bakterier og fotosyntetiserende bakterier). Organisk avfall, eller algebiomasse kan brukes som substrat i prosessen.

Fire norske emneord 1. Mikroalger 2. Karbondioksid (CO ₂) 3. Hydrogengass (H ₂) 4.	Fire engelske emneord 1. Microalgae 2. Carbon dioxide (CO ₂) 3. Hydrogen gas (H ₂) 4.
--	---


 Prosjektleder

Forskningsleder
 ISBN 82-577-3658-9


 Forskningsjef

Algekulturveknologisk forskning i Japan

Rapport fra besøk ved RITE, april 1999

Forord

NIVA har i 1998 gjennomført et forprosjekt for å utrede muligheten for utnyttelse av CO₂ og spillvarme fra industri til produksjon av mikroalger. Mikroalgene kan utnyttes som energikilde direkte eller som katalysatorer for biofotolytisk produksjon av hydrogengass. I tillegg kan verdifulle produkter utvinnes av algebiomassen.

Japan er et foregangsland med hensyn til CO₂-fiksering og H₂-produksjon basert på mikroalger. Store forskningsprosjekter på disse feltene er utført i de siste 10 årene. Den sentrale institusjonen i disse prosjektene har vært Research Institute for Innovative Technology for the Earth (RITE).

For å ta del i kunnskap og erfaring fra den omfattende forskningsvirksomheten innen algekulturteknologi i Japan besøkte Haakon Thaulow og Torsten Källqvist RITE i Tokyo 27-28 april 1999.

Vi møtte 4 representanter fra Prosjektsenteret for CO₂-fiksering & Utilization: Kazuhioko Kiyama, Yuuji Ikegami, Ichiro Shimizu og Seiji Otsuka samt Shigeo Masuda, som leder et prosjekt for CO₂-opptak i havet i samarbeid med bl.a. NIVA.

Reisen ble finansiert ved en tildeling fra Sasakawa-fondet.

Oslo, 5 mai 1999

Torsten Källqvist

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Generelt om RITE	7
2. Biologisk CO₂ fiksering og utnyttelse	8
3. Miljøvennlig hydrogengassproduksjon	12
Vedlegg A.	17

Sammendrag

NIVA ved Haakon Thaulow og Torsten Källqvist besøkte i april 1999 det Japanske forskningsinstituttet RITE (Research Institute of Innovative Technology for the Earth) for å orientere seg om forskningsvirksomhet om algekulturteknologi - spesielt utnyttelse av mikroalger for fiksering av CO₂ og produksjon av H₂.

RITE har siden 1990 drevet to meget store prosjekter på biologisk CO₂ fiksering og H₂-produksjon med totalbudsjetter på hhv. 127 og 45 mill. US\$. Virksomheten har omfattet isolering og foredling av egnede mikroalger og bakterier med målsetningen å effektivisere CO₂-fiksering og H₂-produksjon. Videre er det utviklet ulike reaktortyper med tanke på effektiv utnyttelse av lysenergi for mikroorganismenes fotosyntese.

Integrerte konsepter, hvor fiksering av CO₂ fra røykgasser m.h.a. mikroalger utnyttes til produksjon av verdifulle råvarer eller produkter er utviklet og utprøvd i pilotskala. Systemer for H₂-produksjon er basert på biologiske flertrinnsprosesser med ulike mikroorganismer (mikroalger, anaerobe bakterier og fotosyntetiserende bakterier). Organisk avfall, eller produsert algebiomasse kan brukes som substrat i fremstilling av hydrogengass.

Besøket var nyttig for å få status for resultater fra de to store prosjektene og bidra til en bedre plattform for videre arbeid med algekulturteknologi i Norge, med CO₂-binding og H₂-produksjon som formål.

Kontakten med den Norske ambassaden ga informasjon om pågående arbeid med å opprette en overordnet avtale mellom Japan og Norge om teknisk-naturvitenskapelig samarbeid. En slik avtale vil være nyttig for en praktisk opplegg av samarbeidet (se vedlegg A).

Summary

Title: Algal Culture Technology Research at RITE, Japan

Year: 1999

Author: Torsten Källqvist

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3658-9

In April 1999, Haakon Thaulow and Torsten Källqvist from NIVA visited the Research Institute of Innovative Technology for the Earth (RITE) in Japan. The purpose of the visit was to collect information on the research activities in the field of algal culture technology and particularly the utilization of microalgae for fixation of CO₂ and production of H₂.

RITE has since 1990 had two very large projects on biological CO₂ fixation and H₂-production with total budgets of 127 and 45 million US\$ respectively. The activities include isolation and breeding of suitable microalgae and bacteria with the aim to increase the effectiveness of biological CO₂-fixation and H₂-production. Furthermore, various bioreactors for effective utilization of light for microbiological photosynthesis have been developed.

Integrated systems, where fixation of CO₂ from flue-gas in microalgae is utilized for production of valuable raw materials or products, have been developed and tested on pilot scale. Systems for H₂ production are based on sequential biological processes with different microorganisms (microalgae, anaerobic bacteria and photosynthetic bacteria). Organic waste or photosynthetically produced algal biomass are used as substrate for the H₂ production.

1. Generelt om RITE

RITE (Research Institute of Innovative Technology for the Earth) ble opprettet av Ministry of International Trade and Industry i 1990 med målsetning å bidra til bevaring av det globale miljø gjennom forskning og utvikling av industriell teknologi. RITE har ca. 450 ansatte, ca. 95 % vitenskapelig personale. Organisasjonskart for instituttet er vist i fig. 1.

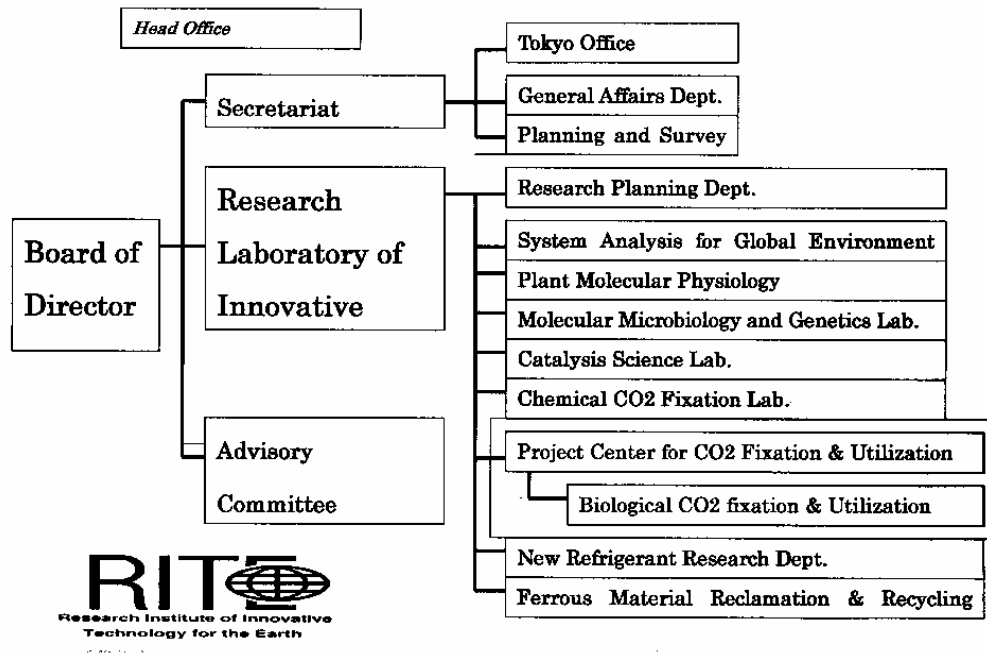


Fig. 1. Organisasjonskart for RITE

Forskningsvirksomheten ved RITE har omfattet 10 prosjekter i perioden 1990-1999:

nr.	Forskningsprosjekt	Varighet	Budsjett (10 ⁶ US\$)
1	Biologisk CO ₂ -fiksering og utnyttelse	1990-1999	127
2	Kjemisk CO ₂ fiksering og utnyttelse	1990-1999	91
3	Utvikling av bionedbrytbar plast	1990-1997	16
4	Utvikling av høy-effektiv bioreaktor for produksjon av biokjemikalier	1990-1999	9
5	Biologisk produksjon av hydrogen med miljøvennlig teknologi	1991-1998	45
6	Utvikling av miljøvennelige katalysatorer	1992-2001	35
7	Biologisk CO ₂ -fiksering i ørkenområder	1993-2002	64
8	Utvikling av ny kjemikalier for effektiv energibruk	1994-2001	59
9	In situ biologisk rensing av jord	1995-1999	7
10	CO ₂ - sekvestrasjon i havet	1997-2001	21,8

I denne rapport omtales bare prosjekt nr. 1 og 5 som var målet for studiebesøket.

2. Biologisk CO₂ fiksering og utnyttelse

Målsetningen med prosjektet er å utvikle teknologier for effektiv CO₂-fiksering og konvertering til anvendelige produkter m.h.a. bakterier og mikroalger. Prosjektet har pågått fra 1990 til 1999. Total økonomisk ramme for prosjektet er 175 millioner US\$.

Forskningstemaer innen prosjektet er:

- Identifisering av fotosyntetiserende bakterier og mikroalger med høy CO₂-fikseringsevne
- Utvikling av storskalige dyrkingssystemer med høy biomassetetthet og CO₂-fiksering
- Teknologi for maksimal høsting og utnyttelse av solenergi til fotosyntetisk CO₂-fiksering
- Utvikle teknologi for produksjon av verdifulle produkter og energi fra fotosynteseprodukter
- Utvikle teknologi for integrerte systemer for maksimal CO₂-fiksering

Screening av alger fra marint miljø og fra varme kilder er foretatt for å finne organismer med høy evne til CO₂-fiksering og som kan vokse ved høy CO₂-konsentrasjon og temperatur. Hensikten er at de skal kunne dyrkes med direkte tilsetning av avgasser fra olje/gass-forbrenning (flue-gas). Det er gjort forsøk med gassblandninger som tilsvarer slike avgasser og resultatene viser at noen alger vokser godt under slike betingelser (f. eks. *Chlorella*). Forsøk med *Spirulina* viste relativt svakere vekst med avgasser som CO₂-kilde.

Fra en varm kilde er det isolert en stamme av *Chlorella* som vokser ved temperaturer opp til 42 °C og med en gassblandning som inneholder mer enn 40% CO₂. Maksimal veksthastighet ved 5% CO₂ og 35 °C er ca. 0,27 h⁻¹ (6,5 d⁻¹!). Sammenlignet med andre *Chlorella*-arter, f.eks. UTEX-1230 er dette en spesielt høy veksthastighet.

En annen art som er isolert med tanke på CO₂-fiksering er *Chlorococcum litorale*, en marin alge isolert fra Kamaishi Bay. Også denne algen har høy CO₂-toleranse og høy veksthastighet. Den er beskrevet som en ny art - den andre arten av slekten *Chlorococcum* som er funnet i sjøvann. Man har også arbeidet med cyanobakterien *Synechocystis aquatilis*. Den vokser ved 40 °C. Optimum betingelser er pH 7,5 og 10 % CO₂ samt lysintensiteter > 400 E m⁻² s⁻¹.

En marin alge, *Prasinococcus capsulatus*, isolert fra pelagialen i Stillehavet er interessant p.g.a. høy produksjon av polysakkarider. Man arbeider også med *Botryococcus sp.* som har høyt innhold av hydrokarboner, og derfor er interessant til energiformål (Se fig. 2).

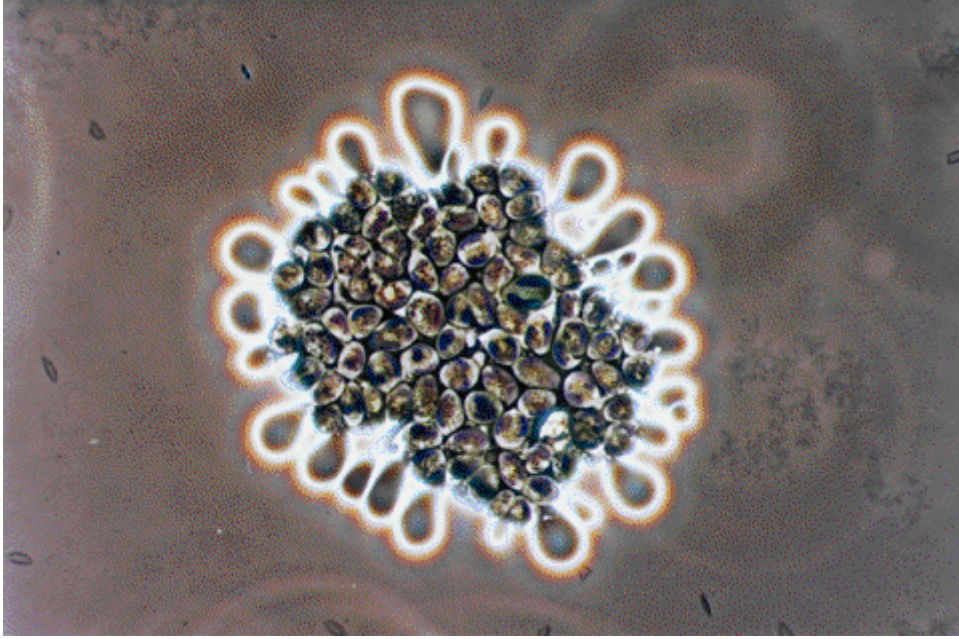


Fig. 2. Mikroskopibilde av en koloni av grønnalgen *Botryococcus* sp. Rundt kolonien syns dråper av hydrokarboner som er presset ut av algene.

I prosjektet har man arbeidet med flere ulike reaktortyper fra konvensjonelle åpne dammer av "raceway-typen" til lukkede rør- og panelreaktorer (Se fig. 3). En interessant ny teknikk som man har prøvd å utnytte er optiske fibre for å lede inn og fordele lyset i algereaktoren. Sollyset blir samlet inn og konsentrert m.h.a. bevegelige speil og transportert til algereaktoren med optiske fibre. I reaktoren spres lyset i lyselement laget av glassplater. Det totale arealet av lyselementer var $0,87 \text{ m}^2$ i en 33 l reaktor.

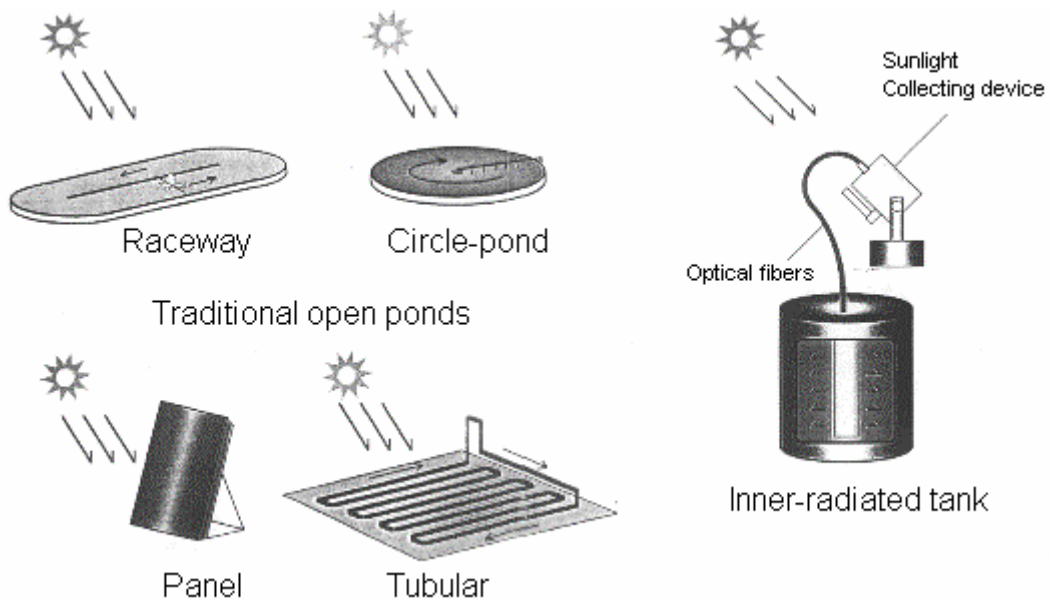


Fig. 3. Reaktortyper som man har arbeidet med i CO_2 -prosjektet

I utprøvingen av ulike reaktortyper som er foretatt med *Chlorella* og *Spirulina* hadde man som målsetning å oppnå en CO₂-fiksering på > 1 g l⁻¹ d⁻¹. Dette ble bare oppfylt med noen reaktorer og i liten målestokk. Man har brukt meget høy biomassetetthet (10 g l⁻¹ eller mer av *Spirulina*), noe som krever ekstra høyt overflate/volum-forhold dersom målsetningen om høy CO₂-fiksering skal oppfylles.

Systemet med lyshøsting kan bare brukes i direkte sollys. Diffust lys kan ikke konsentreres. Teknikken vil derfor bare kunne brukes som supplement til direkte-belyste algereaktorer. Det betyr at reaktorene må utformes for optimal utnyttelse av direkte lys, og fordelene med optiske fibre og lyselementer blir dermed redusert.

Det er oppnådd varierende resultater med reaktortypen med intern belysning. Forsøk med *Spirulina* viste lavere CO₂-fiksering enn i en reaktor med ekstern belysning fra lysstoffrør. Med *Chlorella* ble det imidlertid oppnådd 6 ganger høyere CO₂-fiksering (per l og d) enn i åpne dammer. Effektiviteten i forhold til lysenergi er imidlertid ikke angitt.

Problemet med redusert produksjon per volumenhet ved oppskalering av reaktorer er undersøkt i et arbeid hvor lysdistribusjonen i reaktorer er analysert. Det ble funnet at den lineære veksthastigheten hos alger er korrelert til lysdistribusjonskoeffisienten (enhet kg kJ m⁻⁶ s⁻¹) uavhengig av reaktorens størrelse. Resultatet viser at ved oppskalering av reaktorer er det viktig å opprettholde den optimale lysdistribusjonskoeffisienten. Dette innebærer at man bestemmer den optimale enhetsstørrelsen for prosessen og øker antallet enheter i tre dimensjoner. I arbeid med *Chlorella pyrenoidosa* oppnådde man en konstant produksjon på ca. 0,6 g l⁻¹ d⁻¹ ved en biomassetetthet på 7 g l⁻¹. Dette tilsvarer en CO₂-fikseringsrate på 1,1 g l⁻¹ d⁻¹ og en fotosynteseeffektivitet på 6,9 % (Basert på PAR).

I et integrert system for biologisk CO₂-fiksering tenker man seg produksjon av *Botryococcus*, som kan brukes direkte som brensel. Et CO₂-budget for et 1000 MW oljefyrt kraftverk er presentert (Se fig. 4). I følge dette er det totale utslippet av CO₂ fra kraftverket 6820 t d⁻¹. Av dette ledes 1023 t d⁻¹ til algeanlegget. I algeanlegget tapes 291 t d⁻¹. I tillegg tapes 213 t d⁻¹ ved filtrering/avvanning av algebiomassen. Resultatet blir 550 t brensel (alger) d⁻¹. Dersom man bare ser på den CO₂ som går til algeanlegget tapes altså 49%. Av 519 tonn CO₂ som fikseres i biomassen får man 550 t brensel per døgn.

Konkrete planer for videreføring av prosjektet ble ikke nevnt av representantene for RITE, men man så på anlegg med mikroalger som en lite aktuell teknologi for å løse CO₂-problemet ved utslipp fra store kilder som f.eks. kraftverk. Derimot anser man muligheten for å utnytte CO₂ – utslipp som en ressurs til produksjon av verdifulle produkter fra mikroalger som interessant. Konseptet for slik anvendelse av mikroalger er vist i figur 5.

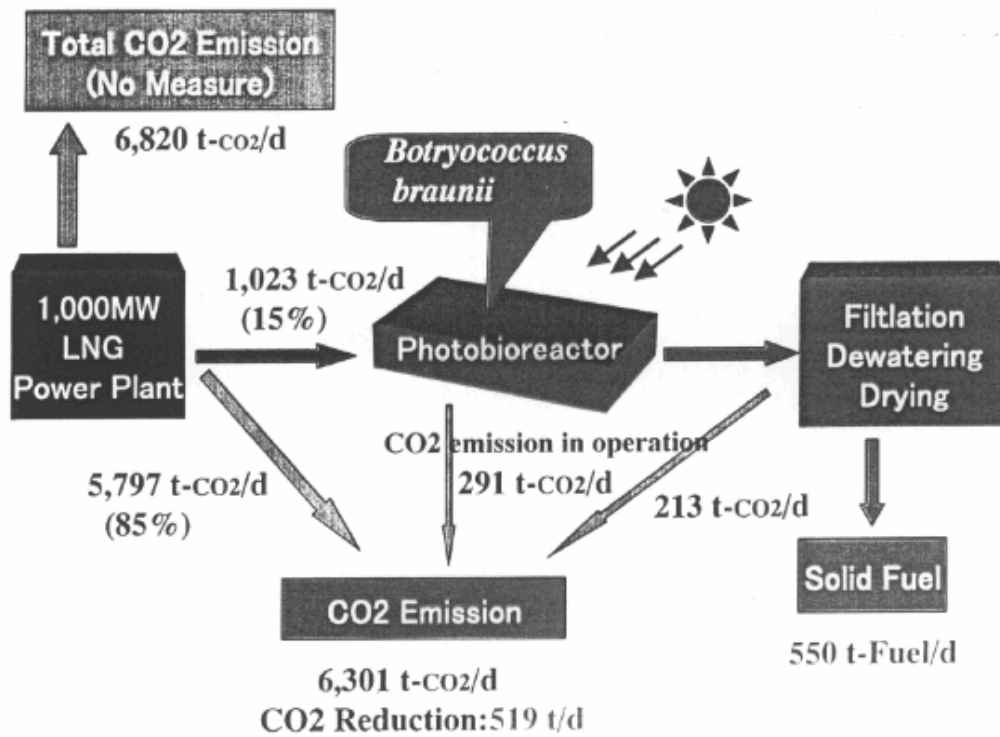


Fig. 4. CO₂-regnskap for et anlegg for CO₂-fiksering med mikroalger knyttet til et oljefyrt kraftverk.

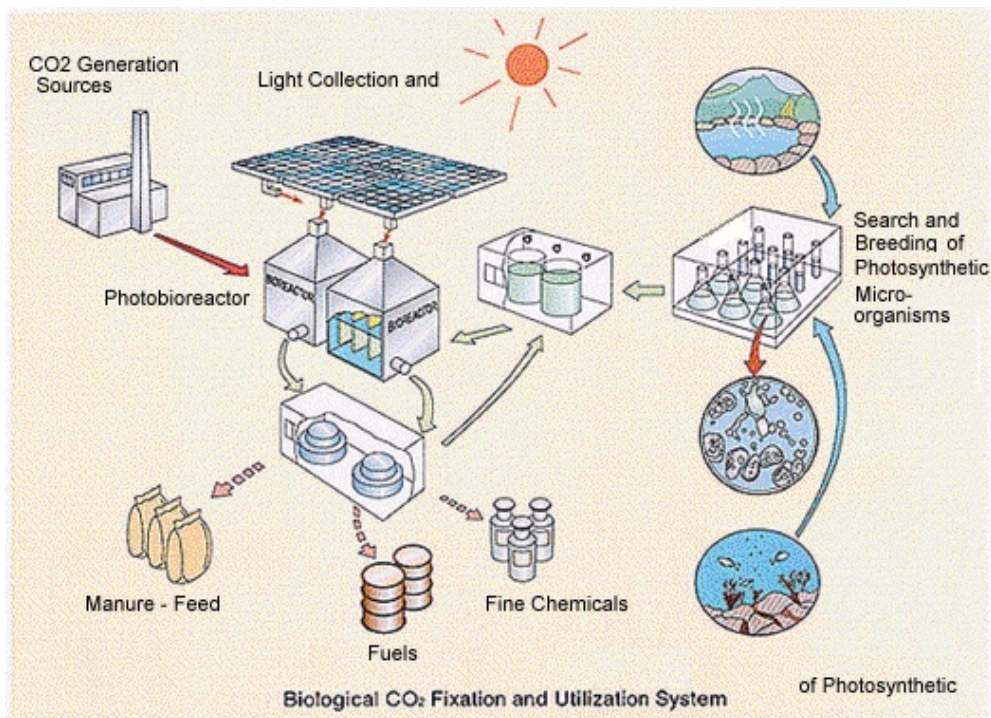


Fig. 5. Konseptskisse for et integrert system for CO₂-fiksering og produksjon av verdifulle stoffer fra mikroalger.

3. Miljøvennlig hydrogengassproduksjon

Prosjektet har pågått i perioden 1991-99 og ble gjennomført i samarbeid med National Institute of Bioscience and Human Technology, 6 private selskaper og nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer, bl.a. universitetene i Tokyo, Ibaraki, London og Hawaii. (Se fig 6.)

Forskningsaktiviteten har inngått i det internasjonale samarbeidet i IEA Agreement on the Production and Utilization of Hydrogen, Annex 10 B, Photobiological H₂ Production. I denne forbindelse har det også vært forsknings samarbeid mellom NIVA og National Institute of Bioscience and Human Technology.

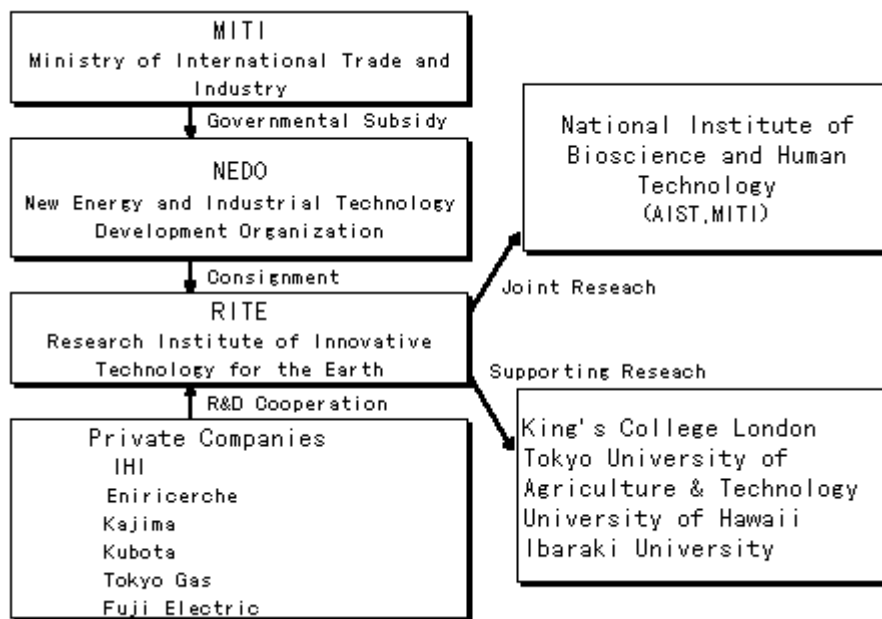


Fig. 6. Samarbeidspartnere i hydrogen-prosjektet

Målsetningen med prosjektet er å utvikle teknologi for utnyttelse av mikroorganismer for effektiv produksjon av hydrogengass.

Prosjektet har omfattet:

- Screening og foredling av fotosyntetiske mikroorganismer
- Forskning og utvikling av stor-skalige dyrkningssystemer
- Forskning på gjenvining av biprodukter
- Utvikling av integrerte systemer for hydrogenproduksjon

Arbeidet har vært konsentrert om fotosyntetiserende mikroorganismer, som produserer hydrogen med organiske syrer som elektron-donor. Noe arbeid er imidlertid også gjort med fotoautotrof hydrogenproduksjon hos cyanobakterier og heterotrof H₂-produksjon ved fermentering. Autotrofe

mikroalger er også blitt benyttet for produksjon av organisk substrat for hydrogenproduksjon i integrerte systemer.

Screening og foredling av fotosyntetiske bakterier er gjort for å utvikle stammer med høy H₂-produksjon og energikonverteringsgrad. Mest arbeid er gjort med *Rhodobacter sphaeroides*. Mutanter av *R. sphaeroides* og *Rhodovulum* sp. med forandringer i enzymsystemer som påvirker hydrogenutviklingen er fremstillet. En målsetting er å redusere hydrogen-opptaket som konkurrerer med hydrogenproduksjonen i mikroorganismene.

Det er også isolert en mutant av *R. sphaeroides* med mer effektivt lyshøstingssystem for konvertering av lysenergi til H₂. Mutanten har 1,4 ganger høyere hydrogenproduksjon enn den ville stammen

Det er foretatt vellykkede genteknologiske forsøk med overføring av gener for hydrogenasedannelse fra *Clostridium pasteurianum* til cyanobakterier og fotosyntetiserende bakterier.

Det er gjort omfattende grunnleggende studier av de faktorer som påvirker H₂-produksjonen hos fotosyntetiserende bakterier. Studiene omfatter betydningen av organisk substrat og lysbetingelser.

Effektiviteten i konvertering av lysenergi til hydrogen kan være opp til 7 % med *R. sphaeroides*. Langt lavere effektivitet er imidlertid oppnådd ved praktiske forsøk (ca. 2%). Utvikling av reaktorer for effektiv utnyttelse av lys er derfor prioritert. Man arbeider med ulike konsept; plane reaktorer (grunne "dammer"), rør-reaktorer og panelreaktorer. Plane reaktorer er bl.a. laget som flytende elementer som kan forankres i sjøen. Ulempen med enkle plane, horisontale reaktorer er ujevn lyseksponering fra høy intensitet ved overflaten til for lav ved bunnen når de eksponeres i sollys. M.h.a. lysdiffusjonsplater har man oppnådd en bedre fordeling av lyset i kulturen (Se fig. 8). Det er også gjort forsøk med optiske fibre for å fordele lyset inn i reaktoren (som i CO₂-prosjektet), men teknikken er kostbar og vurderes som lite realistisk i stor skala. De ulike reaktorkonseptene utvikles nå videre av private selskaper.



Fig. 7. Reaktorer av tradisjonell "raceway"-type

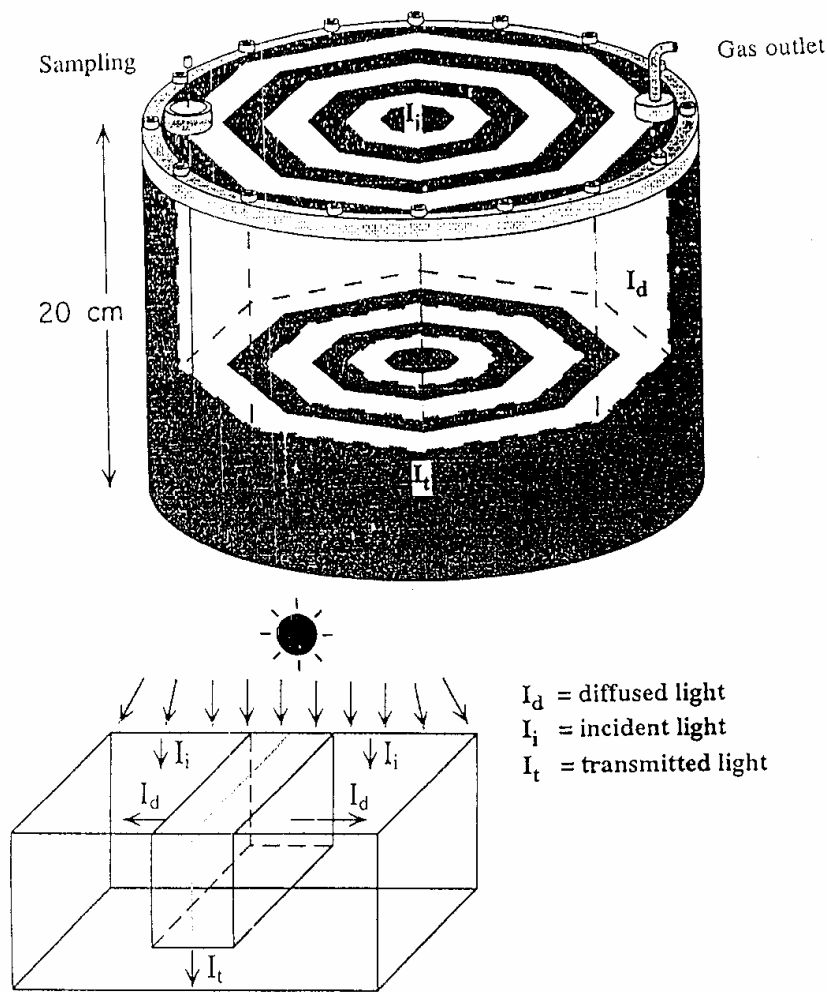


Fig. 8. Prinsippskisse av reaktor med diffusorplater for fordeling av lys internt i reaktoren.

Man har sett på muligheten å kombinere H_2 -produksjon med produksjon av andre verdifulle produkter fra fotosyntetiserende bakterier. Et aktuelt produkt er 5-aminolevulinsyre (ALA) som produseres ekstracellulært av *R. sphaeroides*. ALA har herbicid og vekstregulerende effekt på høyere planter og er i tillegg interessant for kancerbehandling. *R. sphaeroides* kan også produsere polyhydroxybutyrat (PHB) med acetat som karbonkilde og ammonium som nitrogenkilde. PHB er råvare for produksjon av bionedbrytbar plast.

Ulike integrerte systemer for biologisk hydrogenproduksjon basert på organisk avfall er utviklet og prøvd i laboratorie- eller pilotskala. Systemene utgår fra avløpsvann med høyt innhold av organisk substrat (f.eks. meierier, næringsmiddelindustri, kommunalt avløpsvann eller organisk husholdningsavfall). Avløpsvannet gis en anaerob forbehandling (i mørke), hvor det organiske substratet fermenteres til organiske syrer. Avhengig av substrat kan noe hydrogen genereres allerede i dette trinn. De organiske syrene går videre till en anaerob fotobioreaktor med fotosyntetiserende bakterier som konverterer syrene til H_2 og CO_2 . I tillegg til H_2 utnyttes mikroorganismenes evne til produksjon av verdifulle organiske produkter (Se fig. 9).

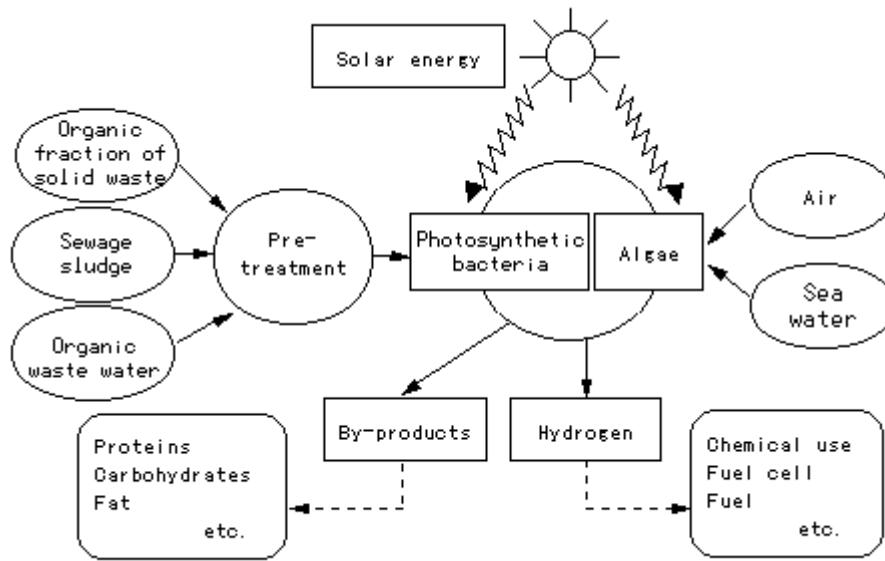


Fig. 9. Konseptskisse for integrert anlegg for biologisk H₂-produksjon med utgangspunkt i organisk avfall.

Utover systemer basert på organisk avfall som en vesentlig del av energien som konverteres til H₂, tenker man seg systemer hvor det organiske substratet produseres fotoautotroft av mikroalger. Dette vil være det mest gunstige konseptet ut fra et energi- og klimagass-perspektiv, ved at H₂-produksjonen kun er basert på solenergi og CO₂ kan resirkuleres (Se fig. 10).

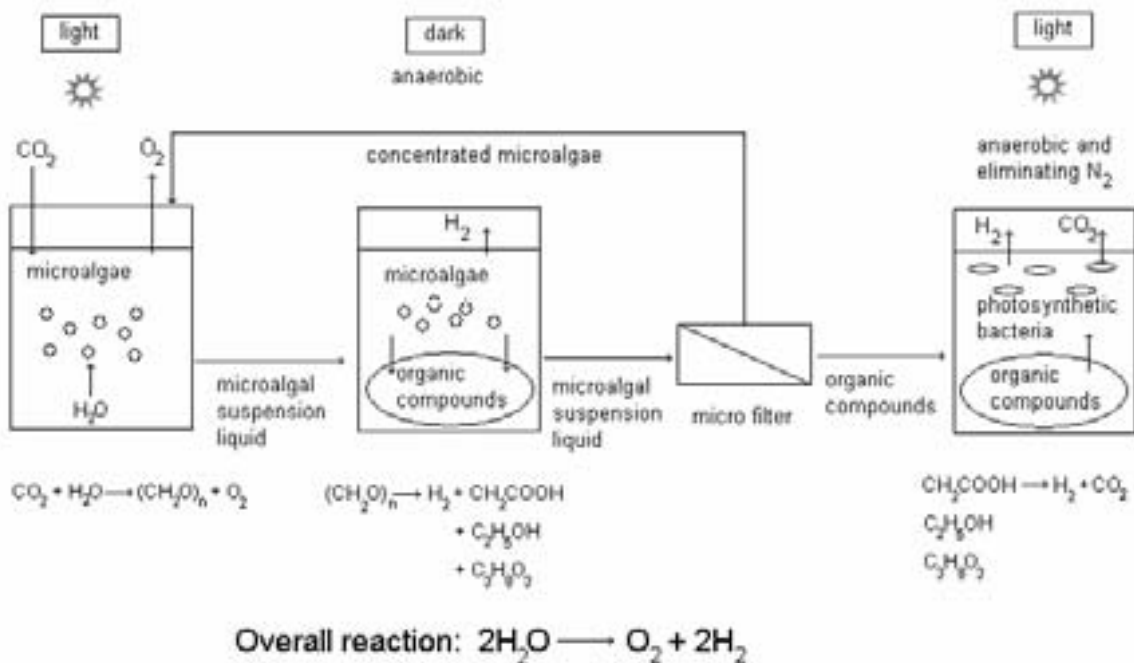


Fig. 10. Fotobiologisk H₂-produksjon ved en kombinasjon av mikroalger (*Chlamydomonas* sp. og fotosyntetiserende bakterier (*Rhodovulum sulfidophilum*).

RITE oppsummerer de viktigste resultatene av hydrogenprosjektet slik:

1. Overføring av heterolog hydrogenase-gen til cyanobakterier og fotosyntetiske bakterier er gjennomført. Hydrogenutvikling hos mutantene blir studert.
2. En mutant av *Rhodobacter sphaeroides* med redusert lyshøstingsprotein (P3 strain) er isolert. Denne har høyere H₂-produktivitet og energikonverteringseffektivitet enn den ville typen.
3. Tre andre mutanter som mangler opptakshydrogenase, eller evne til syntese av PHB, samt kombinasjonen av disse egenskaper er isolert.
4. Metoder for forbehandling av ulike organiske substrat for H₂-produksjon er utviklet.
5. Hydrogenutbyttet ved mørkefermentering med anaerobe bakterier kan oppgå til 2,4 mol H₂ per mol glukose.
6. Energikonverteringseffektiviteten ved H₂-produksjon hos fotosyntetiserende bakterier er ca. 2% av lysinnstrålingsenergien.
7. Kontinuerlig hydrogenproduksjon med utgangspunkt i organisk avfall er utført i pilotanlegg i over 3 måneder med kunstlys og over én måned i dagslys.

Vedlegg A.

Notat fra møte med Industri og Handelskapsattaché ved Norges ambassade i Tokyo.

Møte med Magne Kalstad, Industri- og Handelsattaché ved Norges ambassade i Tokyo, Japan, 27. april 1999

Etter innledende kontakter og sonderinger i Norges forskningsråd ble det i Tokyo tatt kontakt (telefonisk) med ambassadør Jens Bjørneby med forespørsel om det fantes generell avtale om "Science and Technology" mellom Japan og Norge. Samtalens innhold dekkes av referatet fra møtet med Industri- og handelsattaché Magne J. Kalstad.

Magne Kalstad (MK) var positiv til henvendelsen og tok i mot oss på kort varsel. Vi fikk en god samtale hvor hovedpunktene er referert nedenfor.

De formaliserte kontakter mellom Japan og Norge har sålangt vært begrenset i NTNUs Japanprogram. Universitetsrådet (felles for alle universitetene) tok et initiativ i Inge Lønning's tid som rektor ved UiO, men dette "løp ut i sanden". Behovet for en generell "Science and Technology"-avtale er sterkt følt.

- Det er altså ingen generelle hovedavtale mellom Japan og Norge. Det arbeides intenst med å få en slik på plass, og det er nå gitt klarsignal fra Nærings- og Handelsdepartementet til å starte det konkrete arbeidet med å utforme en slik avtale
- En tilsvarende generell avtale er inngått mellom Japan og h.h.v. Sverige og Finland. Det var MKs inntrykk at en slik overbygging hadde betydning for japanere for å få til konkrete prosjekter. En slik avtale vil bl.a. inneholde regler om og muligheter for utvekslingsavtaler, reisestipender m.m.

Avtalen vil inngås på ministernivå med Nærings- og Handelsdepartementet (NHD) og ventes administrert av Norges forskningsråd ved Området for Industri og Energi. Direktør Erik Skaug er nøkkelperson i forskningsrådet. I MHD er Pål Gretteland en sentral kontakt i Bilateral avdeling.

Det legges opp til at avtalen skal være operativ fra høsten av. Avtalene med Sverige og Finland vil bl.a. bli vurdert som modell.

Møtet/kontaktene med den norske ambassaden var meget nyttige og informative for våre viktige føringer for det videre arbeidet med å få til en faglig samarbeide/utveksling mellom NIVA og RITE innen de fagområdene vi har kontakt om i CO₂ fiksering og , H₂ produksjon.