

Gosat: revolutionaire observatiesatelliet voor broeikasgassen

Rob Stroeks – 21-2-2007

Samenvatting

Japan heeft een lange en rijke ervaring met meting van broeikasgassen in de atmosfeer. De nieuwste bijdrage van Japan op dit gebied is gebaseerd op satelliettechnologie. Gosat (Greenhouse Gases Observing Satellite)(1) zal vanaf augustus 2008 een nieuw tijdperk inluiden in de meting van broeikasgassen. De huidige internationale consensus over het broeikaseffect is voor een groot gedeelte gebaseerd op data van grondstations en metingen vanuit vliegtuigen. De grondstations staan op land terwijl het grootste deel van de aarde uit water bestaat, en vliegtuigmetingen zijn te duur om op grote schaal uit te voeren.

Het Gosat-project zal voor het eerst op globale schaal een precies beeld geven van concentraties en stromingen van broeikasgassen in de atmosfeer. Deze informatie maakt gefundeerde voorspellingen mogelijk over te verwachten maatschappelijke veranderingen onder invloed van het broeikaseffect en global warming. Daarmee zijn de resultaten niet alleen interessant voor onderzoekers, maar juist ook voor internationale organisaties en nationale beleidsmakers. In het kader van het Kyoto-protocol hebben zij immers steeds meer informatie nodig bij de formulering van doelstellingen en bijbehorende maatregelen.

Dit artikel beschrijft twee innovatieve onderdelen van het project. Ten eerste maakt Gosat gebruik van een innovatief meetsysteem dat is gebaseerd op spectrumanalyse van infrarode straling die de aarde het heelal instuurt in reactie op inkomend zonlicht. Hiermee is het mogelijk om in cycli van drie dagen de concentraties broeikasgassen te meten voor in totaal 56 duizend vaste punten wereldwijd.

Ten tweede is bij de ontwikkeling van Gosat gekozen voor een nieuwe risicobenadering die afwijkt van eerdere ruimteprojecten. Een aantal mislukte lanceringen in het verleden heeft het Gosat projectteam ertoe bewogen om af te stappen van een alles-of-niets benadering, maar om een satelliet te ontwikkelen die data blijft versturen, ook al werkt maar één procent van het systeem.

Het Gosat-project is een samenwerkingsproject van het Japanse Space Agency (JAXA)(2), het ministerie van milieu (MOE)(*3) en het onderzoeksinstituut voor milieu NIES (4).

Details

Op dit moment leveren iets meer dan driehonderd grondstations wereldwijd iedere maand elk gemiddeld één keer informatie over de concentratie CO₂ en methaan op die locatie (figuur 1). Daarnaast voeren meerdere landen CO₂-metingen uit met

vliegtuigen. Al sinds 1993 voert de Japanse overheid bijvoorbeeld maandelijks CO₂-metingen uit tijdens lijnvluchten van Japan Airlines tussen Tokio en Sydney (5). De informatie die deze metingen opleveren, is bij lange na niet voldoende om globaal in kaart te brengen waar deze gassen worden uitgestoten, hoe ze zich in de atmosfeer en over de aarde verspreiden, of op welke wijze ze weer via bijvoorbeeld bomen en planten uit de lucht worden geabsorbeerd. Het huidige meetmechanisme is ontoereikend om nauwkeurig aan te geven welke bijdrage ieder land levert aan het broeikas effect, hoe realistisch de Kyotodoelstellingen van dat land zijn, of hoe effectief de getroffen maatregelen daarvoor nu daadwerkelijk zijn.

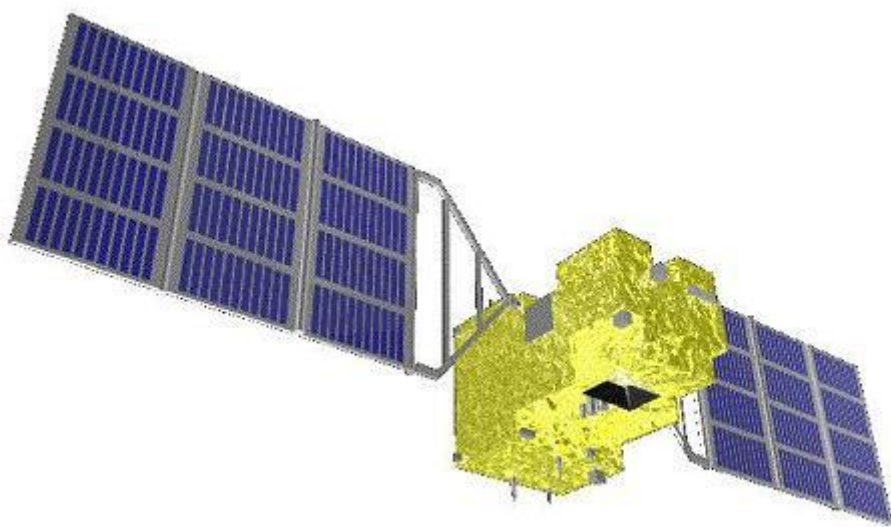


Figuur 1. Huidige meetpunten (300 grondstations)

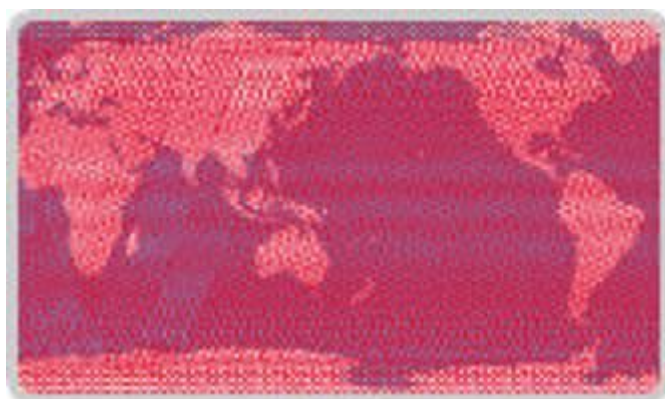
Gosat: van 300 naar 56 duizend meetpunten

Gosat moet deze situatie drastisch gaan verbeteren. Dit is een innovatief monitoringsysteem voor broeikasgassen dat past in het huidige tijdperk van global warming en een rijzende zeespiegel. Een Japanse H-IIA raket (6) zal Gosat (Figuur 2) op 1 augustus 2008 in een baan met een hoogte van 660 km brengen. Vijf jaar lang zal de satelliet op die hoogte in cycli van drie dagen volgens een vast patroon over het gehele aardeoppervlak vliegen (Figuur). De meetapparatuur aan boord van Gosat meet iedere vijf seconden de concentratie koolstofdioxide en methaan op die lokatie. Per cyclus levert Gosat daarmee een globaal dekkend netwerk aan informatie voor 56 duizend meetpunten (Figuur 3). Voor het eerst zal het mogelijk zijn om fluctuaties over het etmaal (licht/donker) en over het jaar (seizoenen) te monitoren en om de verdeling van deze concentraties over grote gebieden aan te geven. De informatie zal een belangrijke bijdrage leveren aan onderzoek naar de cyclus van CO₂-uitstoot en -opname, bewegingen van CO₂ op grote schaal (flux mechanisme) en de ontwikkeling van innovatieve detectiemethoden voor CO₂ en CH₄. De informatie van Gosat zal gratis aan de World Meteorological Organisation (WMO)(8) ter beschikking worden gesteld. Voor Nederland kan deze informatie bijvoorbeeld dienen als verificatie voor onderzoek dat NWO uitvoert over koolstofuitwisseling tussen

hoogveengebieden en de atmosfeer (7).

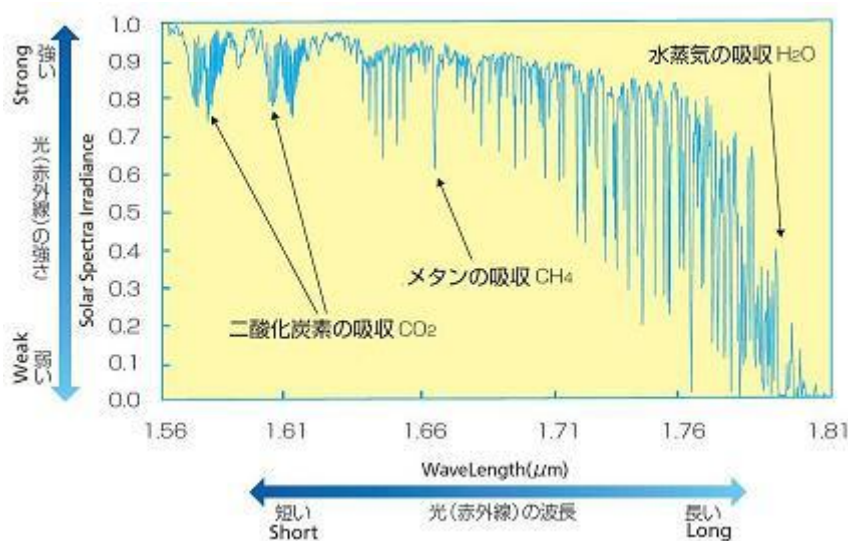


Figuur 2. De Gosat satelliet



Figuur 3. Gosat meetpunten (56,000 observaties)

Hieronder volgt de beschrijving van twee specifiek innovatieve onderdelen van de Gosat satelliet: het meetsysteem en de risicobenadering.



Figuur 4 Principe van spectrumanalyse in Gosat

Innovatief meetsysteem

Het meetsysteem, bestaande uit sensoren en analyseapparatuur, vormt het centrale gedeelte van Gosat. Het oorspronkelijke plan was om Gosat uit te rusten met het ILAS-II meetsysteem (9). Het MOE had veel geïnvesteerd in de ontwikkeling van dit systeem, dat in principe bedoeld is voor ozonmetingen op de noord- en zuidpool. In 2002 hadden de sensoren tien maanden succesvol gewerkt aan boord van de ILAS-II satelliet, maar het contact met de sensoren werd verbroken toen de satelliet buiten werking raakte vanwege een kortsluiting in de bekabeling. Om de aandacht op de ILAS-sensoren weer nieuw leven in te blazen, had het ministerie zich gericht op Gosat, en de totale ontwikkeling en financiering van dit onderdeel op zich genomen. De ILAS-II sensor bleek uiteindelijk echter niet geschikt om grote aantallen CO₂- en CH₄-metingen uit te voeren. De ILAS-II sensoren analyseren namelijk zonlicht dat in horizontale richting door de atmosfeer beweegt en direct op de sensor valt. Hierdoor werken ze alleen wanneer de satelliet en de zon precies in elkaars horizon staan, dus bij relatieve zonsopgang en -ondergang. Voor Gosat, met een omloopsnelheid van 100 minuten, zou dit maar ongeveer 28 metingen per dag betekenen.

Een ander nadeel is dat de CO₂-concentratie op een hoogte van 600 kilometer niet interessant is voor beleidsmakers, die vooral de invloed van menselijke activiteiten willen monitoren. Gosat richt zich met name op metingen onder de 3000 meter. Een schikking in 2002, waarin werd vastgelegd dat MOE eenderde en JAXA tweederde van de kosten voor de sensor voor hun rekening nemen, maakte de weg vrij voor de ontwikkeling van nieuwe sensoren, en trok het Gosat- project uit een impasse. Deze extra financiële verantwoordelijkheid zorgde er bij JAXA meteen voor dat het Gosat-project aanzienlijk meer aandacht kreeg. Gosat is nu een van de promotieprojecten

van JAXA.

Een van de redenen waarom MOE instemde met de schikking was dat de nieuwe sensoren ook ingezet kunnen worden om lekkages te detecteren en lokaliseren in pijpleidingen voor aardgas (10). Vooral in Siberië, maar ook in de Noordzee is sprake van onnodig ontsnappen van aardgas in de atmosfeer. Door technologie aan Rusland te leveren die snelle reparaties mogelijk maken, draagt Japan indirect bij aan een vermindering van het broeikaseffect, hetgeen meegerekend wordt in de verwezenlijking van de Kyotodoelstellingen van het land.

Het uiteindelijk gekozen meetsysteem detecteert met innovatieve sensoren de infrarode lichtstraling die de aarde uitstraalt als reflectie van invallend zonlicht. Doordat CO₂ en CH₄ bepaalde golflengtes van het infrarode licht absorberen, is het mogelijk om op basis van spectrumanalyse de hoeveelheden CO₂ en CH₄ in de atmosfeer te bepalen (Figuur 4). De resultaten hebben een nauwkeurigheid van 1 procent en 2 procent respectievelijk, geen geringe opgave gezien de geringe concentraties CO₂ (370 ppm)(11) en CH₄ (1,7 ppm) in de lucht, en gezien de fluctuaties in de orde van 1 procent in deze concentraties op jaarbasis.

Een secundaire sensor geeft informatie over de aanwezigheid van wolken en fijne deeltjes in de lucht, op basis waarvan Gosat een foutcorrectie uitvoert. Een bijkomend voordeel van Gosat ten opzichte van grondstations is dat het alle metingen uitvoert met de zelfde apparatuur (in de satelliet). Gosat hoeft geen discrepanties in meetresultaten te corrigeren die voortkomen uit de verschillende specificaties en instellingen van grondstations.

Te innovatief voor validatie

Het hoge innovatieve gehalte van het meetsysteem creëert tevens een van grootste opdrachten van het project, namelijk de validatie van het meetsysteem. In aanvulling op bestaande databestanden van grondstations en lijnvluchten, zullen experimenten worden uitgevoerd met conventionele CO₂-sensoren, geïnstalleerd in Gosat, en omgekeerd met Gosat-sensoren in vliegtuigen. Deze experimenten moeten duidelijkheid verschaffen over de invloed van oneffenheden van het aardoppervlak, atmosferische gesteldheid, en de verschillen tussen land- en watergebieden. Ook zal het Gosat-team samenwerken met de Amerikaanse tegenhanger OCO (Orbital Carbon Observatory)(12), de NASA-satelliet die een maand na Gosat de ruimte ingaat. Hoewel OCO alleen CO₂ zal observeren, en bij de technologische ontwikkelingen sprake is van een sterke concurrentie tussen beide projecten, bestaan er plannen om na lancering te gaan samenwerken voor de validatie en de verspreiding van de resultaten.

Nieuwe risicobenadering

Bij de ontwikkeling van Gosat is gekozen voor een totaal nieuwe risicobenadering om de uitvoering en toelevering van metingen te allen tijde te waarborgen. De gangbare

manier om risicodragende projecten als deze efficiënt uit te voeren, is om veel aandacht te schenken aan nieuwe of sensitieve onderdelen van het project, en minder aandacht te schenken aan betrouwbaar geachte delen, aldus Gosat project manager Takashi Hamazaki in een interview (13). Bij een aantal recentelijk mislukte lanceringen van Japanse raketten lag de oorzaak juist vaak bij de betrouwbaar geachte onderdelen. Gosat is daarom bijvoorbeeld voorzien van een tweede (reserve-)antenne, iets wat internationaal steeds minder voorkomt. De benadering zet grote druk op JAXA om het Gosat-project tot een succes te maken. Het nieuwe sleutelwoord van de risicobenadering is de mogelijkheid tot overleven in iedere denkbare situatie. Tot nu toe waren raketten en satellieten zo ontworpen dat ze honderd procent succesvol waren als het systeem boven een bepaald percentage bleef functioneren, maar mislukte het project geheel als het onder dat percentage kwam. “Gosat zal altijd data blijven verzenden, ook als nog maar 1% van het systeem in werking is”, zegt Hamazaki. Hiervoor is Gosat ondermeer uitgerust met een elektriciteitssysteem dat bijna niet kan kortsluiten.

Organisatie

Binnen het samenwerkingsverband van Gosat is MOE verantwoordelijk voor de vertaling van meetgegevens naar bruikbare informatie voor beleidsmakers. Daarnaast financiert MOE eenderde van de ontwikkeling van de Gosat-sensoren. NIES is verantwoordelijk voor de wetenschappelijke kant van de observaties, inclusief achterliggende algoritmes, wetenschappelijke toepassingen, onderzoek naar CO₂-mechanismen en validatie van de observaties. JAXA tenslotte ontwikkelt en bedient zowel de satelliet als de raket, financiert het resterende deel van de ontwikkeling van de sensoren en verzorgt het hele meet- en dataverzendingsysteem.

Bronnen en meer informatie

1. Gosat brochure (JAXA): www.jaxa.jp/pr/brochure/pdf/04/sat02.pdf
2. Gosat brochure (NIES): www-cger.nies.go.jp/gosat/gosat060609_e.pdf
3. Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA): <http://www.jaxa.jp/>
4. Ministry of the Environment (MOE): www.env.go.jp/en
5. National Institute for Environmental Studies (NIES): www.nies.go.jp/index.html
6. ‘New atmospheric observation program’ (JAL Foundation): www.jal-foundation.or.jp/html/taikikansoku/shinkeikaku/e11.htm
6. Voor meer informatie over de H-IIA raket: www.jaxa.jp/projects/rockets/h2a/index_e.html
7. Wiebe Borren van NWO promoveerde in januari 2007 op de koolstofuitwisseling tussen West-Siberische hoogveengebieden en de atmosfeer (zie verder www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOA_6X6CNM?Opendocument)
8. World Meteorological Organization (WMO): www.wmo.ch/
9. Voor meer informatie over de ILAS-II sensoren: www-ilas2.nies.go.jp/en/
10. Zie bijvoorbeeld NIES presentatie:

www.epa.gov/gasstar/workshops/houston_oct06/ohashi.pdf

11. ppm: parts per million

12. Orbital Carbon Observatory (OCO): www.orbital.com/SatellitesSpace/LEO/OCO

13. Interview met Takashi Hamazaki (Gosat project manager vanuit JAXA) in weekblad Shukei Post, 8 juli 2005 (Japans)