

Topic: アンモニア部門の追加作業

Date: 2026/01/16

Name: Yusuke Umehara

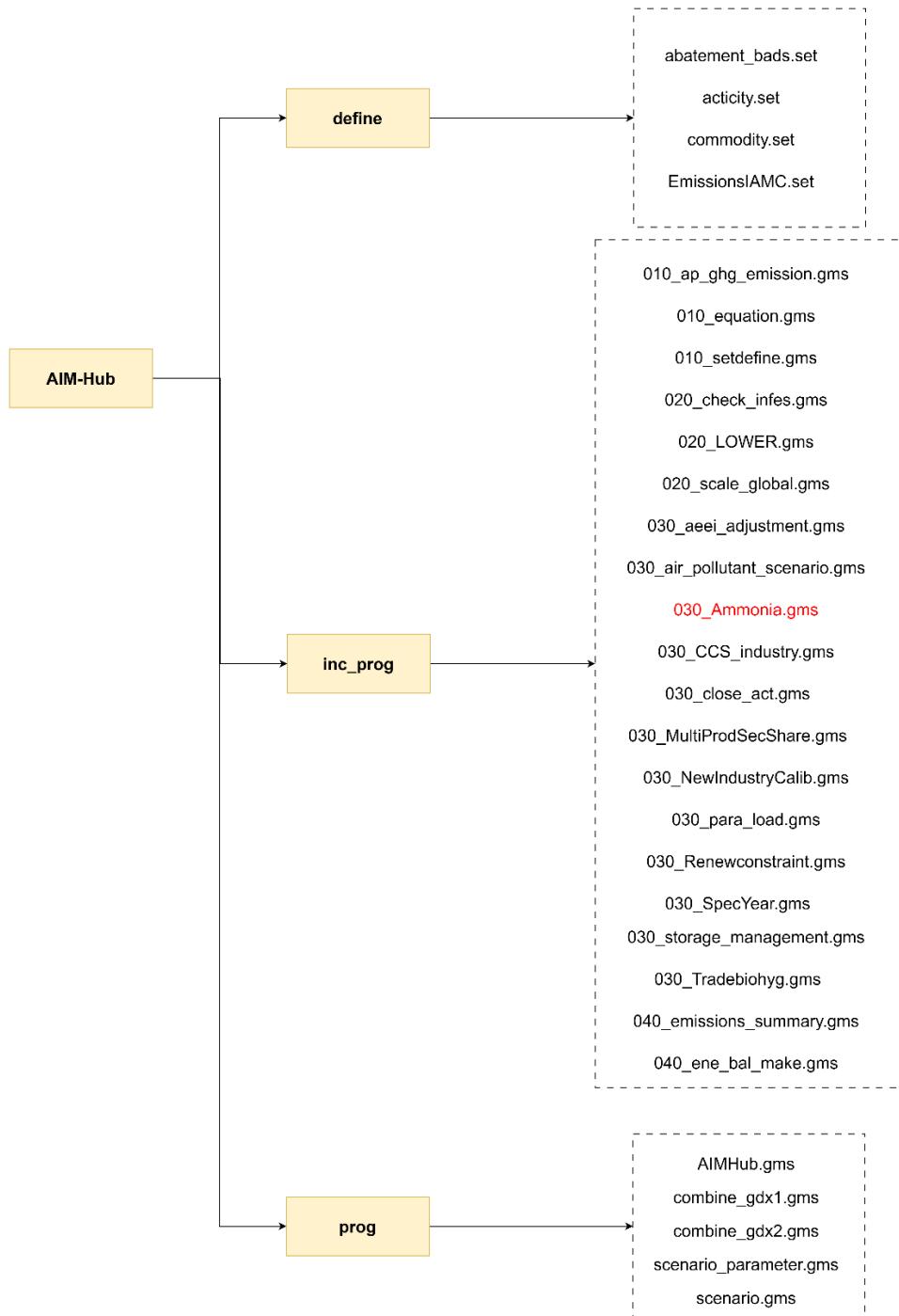


図 1 変更処理をしたファイル群  
(ただし IAMCTemplate への出力作業は除く)

## ○概要

今回の目的は AIMHub にアンモニアを独立した一つの部門として追加すること。従来のモデルでは水素が独立した部門として存在するが、アンモニアは存在しない。アンモニアは、船舶燃料や石炭火力の混焼などとして使用されるが、今回は船舶燃料としての使用に限定した。従来は、クリーンな船舶燃料としての財をアンモニアの代わりに水素で代替し、排出係数で調整することで排出量などをカウントしていたが、これを直接的にアンモニアに置き換えた。

## ○手法

- 「新たに追加する部門」に最も近い「既存の財」を見つけるあるいは先生に聞く。モデル初心者にとってはこれが一番大事(今回のアンモニアなら水素)。また、過去に部門が追加された財をコミット番号から検索すると多少参考になるかもしれない。
  - 人口肉 : ed2f31d
  - 風化促進 : c7bee8e
  - 土壌炭素隔離・バイオ炭 : 71d9d1
- 以下ファイルの変更点とその意味を大まかに示す。
  - define

ファイル名	変更内容の説明
abatement_bads.set	<ul style="list-style-type: none"><li>■ CCS 財の定義(CO2_CCS_AMN)</li><li>■ 010_setdefine にて読み込まれる</li></ul>
activity.set	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 部門の定義(AMC,AMG,AMB,AME)</li><li>■ 010_setdefine にて読み込まれる</li></ul>
commodity.set	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 財の定義(COM_AMN)</li><li>■ 010_setdefine にて読み込まれる</li></ul>
EmissionsIAMC.set	<ul style="list-style-type: none"><li>■ IAMCtemplate での排出部門の定義 (Energy Supply Ammonia)</li><li>■ combine_gdx1 で読み込まれる</li></ul>

- inc\_prog

ファイル名	変更内容の説明
010_ap_ghg_emission.gms	<ul style="list-style-type: none"><li>■ A_AMB に関して水素と同じ処理</li></ul>
010_equation.gms	<ul style="list-style-type: none"><li>■ A_AMB に関して水素と同じ処理</li></ul>
010_setdefine.gms	<ul style="list-style-type: none"><li>■ COM_ や A_ の定義</li></ul>
020_check_infes.gms	<ul style="list-style-type: none"><li>■ A_AMB に関して水素と同じ処理</li></ul>
020_LOWER.gms	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 水素と同じ処理</li></ul>

020_scale_global.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素同じ処理</li> </ul>
030_aeei_adjustment.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ A_AMB に関して水素と同じ処理</li> </ul>
030_air_pollutant_scenario.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 船舶の使用燃料を HYG から AMN に変更</li> </ul>
030_Ammonia.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 生産側のパラメータを決めるファイル</li> <li>■ 変換効率(conversion efficiency)アンモニアの発熱量は AIM-technology の 18.6GJ/t を使用</li> <li>■ scenario.gms で読み込まれる</li> </ul>
030_CCS_industry.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CO2_CCS_AMN に関して水素と同じ処理</li> </ul>
030_close_act.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> </ul>
030_MultiProdSecShare.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> </ul>
030_NewIndustryCalib.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ アンモニアの需要側のパラメータを決めるファイル</li> <li>■ roadstart を 9999 にすることで使用を nonroad の TR_NV(船舶)に限定</li> <li>■ 初期需要(Amninidemand)を船舶燃料の総量の 0.5%</li> <li>■ industry では混焼などで使用される可能性があるが、森さんに確認したところ、off でよい。必要に応じてスイッチで簡単に切り替えることができる。</li> <li>■ 船舶燃料財を水素からアンモニアに変更</li> </ul>
030_para_load.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 27 行目の indenesh(CIS,COM_AMN,TRS)の初期値が小さいことによるパラメータの脱落エラーによる debug</li> </ul>
030_Renewconstraint.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ A_AMB に関して水素と同じ処理</li> </ul>
030_SpecYear.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 開始年を指定</li> <li>■ IEA のキャリブレーション期間と重ならないよう開始年を(2024あるいは)2030とした</li> <li>■ これに伴い、水素も同様に 2024 に変更</li> </ul>
030_storage_management.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> </ul>
030_Tradebiohyg.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> </ul>
040_emissions_summary.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IAMCTemplate にて使用される排出パラメータの処理</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ prog/combine.gdx1.gms で読み込まれる</li> <li>■ なお、Emissions(Y,R,GP,EmS)の EmS は combine.gdx1.gms 内で、 define/EmisionsIAMC.set を読み込んで格納している</li> </ul>
040_ene_bal_make.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hub の結果を使ってエネルギーバランス表を計算</li> <li>■ ここで計算したものを tools/iiasa_data_submission/prog/iiasa_database_ind.gms にて代入</li> <li>■ prog/combine.gdx1.gms で読み込まれる</li> </ul>

➤ prog

ファイル名	変更内容の説明
AIMHub.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> </ul>
combine.gdx1.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> <li>■ ここで Hub の変数を Energy balance 表に mapping している</li> <li>■ これが inc_prog/040_ene_bal_make.gms で使用される</li> </ul>
combine.gdx2.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> </ul>
scenario_parameter.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> </ul>
scenario.gms	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水素と同じ処理</li> <li>■ Ammonia.gms の読み込み</li> </ul>

## ○コスト情報

コストに関する仮定は IEA の future of hydrogen  
([https://iea.blob.core.windows.net/assets/29b027e5-fefc-47df-aed0-456b1bb38844/IEA-The-Future-of-Hydrogen-Assumptions-Annex\\_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/29b027e5-fefc-47df-aed0-456b1bb38844/IEA-The-Future-of-Hydrogen-Assumptions-Annex_CORR.pdf))を参考に必要に応じて簡単に計算した。

以下に AMG を例に計算過程を残す。AMC, AMB, AME も同様。

- EFF…Conversion Efficiency (-)  
=  $18.6 \text{ GJ/t}_{\text{NH}_3}$  (=AIM-tech のアンモニア LHV 発電量) /  $42.0 \text{ GJ/t}_{\text{NH}_3}$  (=Gas consumption, IEA)  
= 0.44
- INV…Investment cost (USD/KW<sub>NH<sub>3</sub></sub>)  
=  $905 \text{ USD/t}_{\text{NH}_3}$  (=CAPEX, IEA) /  $18.6 \text{ GJ/t}_{\text{NH}_3}$   
=  $(905/18.6) \times 1/277.78 \text{ (USD/KWh)}$  …単位変換  
=  $905/18.6 \times 1/277.78 \times 8760(\text{h}) \times 0.95$  (TCR, IEA)  
= 1458
- OPR…O&M (operation and management cost (USD/KW/yr))  
= "INV"  $\times$  Annual OPEX (IEA)  
=  $1458 \times 0.025$  (-)  
= 36
- LFT…Lifetime (yr)  
= 25 (IEA)
- TCR…technology capacity rate (%)  
= 95 (IEA)
- INT…Interest rate (or discount rate) (-)  
= 0.08 (IEA)

## ○エラーの対処方法

- BaU シナリオの実行
  - モデルを変更した際には BaU からもう一度回しなおすことでエラーが解消されるケースがある。
- execute\_unload
  - 新たに定義した変数に正しく値が格納されているのかを確認するときに有効。例えば Ammonia.gms で定義される新たな生産側のパラメータを gdx ファイルに書き出して、正しく入っているかの確認に使用した。同様の処理を 030\_NewIndustryCalib.gms で定義される需要側のパラメータについても確認できる。

```
execute_unload "%output_dir%/temp/NH3check.gdx"
AmmoniaPrice,A_NH3_NEW,Pcount_newNH3,NH3inishare,NH3inidemand,NH3inirate,
NH3CMap,NH3Cost,
Pinput_coeff_R,FACLEO,PSAM_vlm_new,PEMI_new,PSAM_prc_new,PSAM_vlu_new,ALE
O_ENE
```

- 030\_para\_load.gms
  - 新たに部門開発をするときに起こりやすいことの一つとして、初期値が異常に小さくなることがある。そのような場合、翌年にパラメータを引き継ぐ際にこのファイルで微小値を 0 にする操作が行われることがあるので注意する。
- temp2 と \$exit
  - 上記のような変数の脱落によって翌年のパラメータが意図せず欠けてしまい、解が見つからないことがあるが、それを発見するための最終手段として、scenario.gms に以下のコードを二分探索法によって挿入し、該当ファイルを抽出する方法がある。

```
$ if %single%==on execute_unload "%output_dir%/temp/temp2.gdx";
$exit
```

## ○IAMCtemplate の追加作業

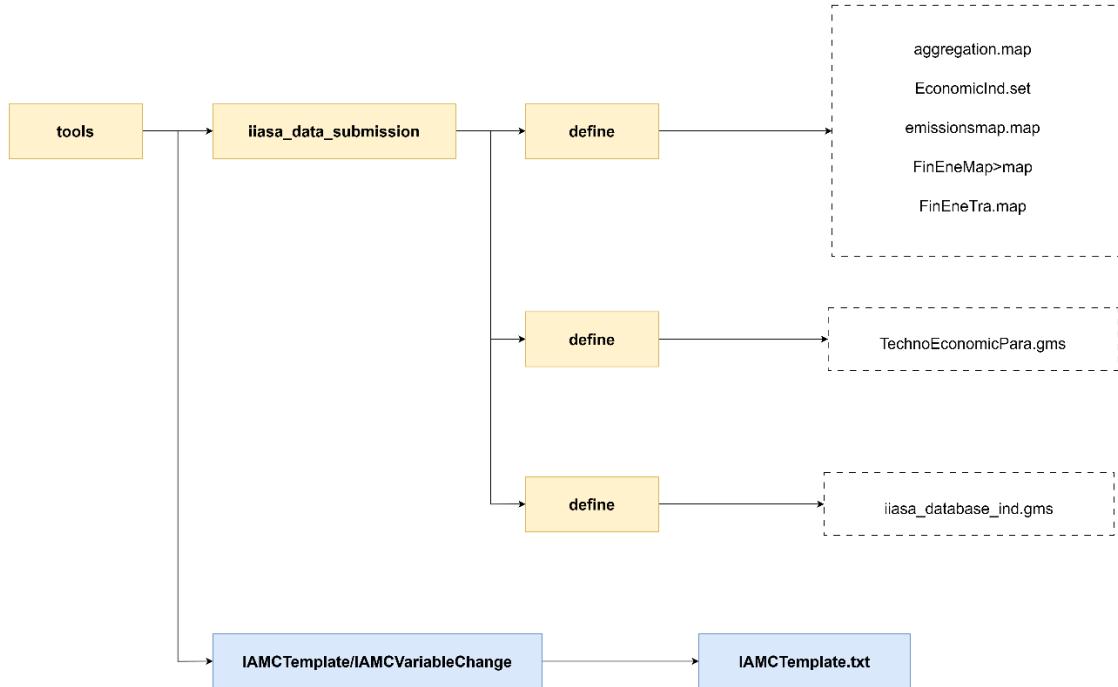


図2 変更処理をしたファイル群  
(ただし青 box は submodule)

モデルの結果に正しく結果が出力されたら、次はその変数を IAMCtemplate に出力されるように変数を受け渡したり集約したりする作業を行う。大まかな作業手順は以下。

- prog/combine\_gdx1.gms で Hub の変数を Energy balance 表に mapping
  - EB\_F\_AMN . COM\_AMN
  - EB\_F\_AMN . AMN
- inc\_prog/040\_ene\_bal\_make.gms で CGE の結果を使ってエネルギーバランス表を計算

```

*Ammonia
Penergy_b(Y,R,"EB_AMT","EB_F_AMN")=PSAM_volume(Y,R,"AMC","COM_AMN")+PSAM_volume(Y,R,"AMB","COM_AMN");
Penergy_b(Y,R,"EB_AMT","EB_F_COL")=-PSAM_volume(Y,R,"COM_COA","AMC");
Penergy_b(Y,R,"EB_AMT","EB_F_NGS")=-PSAM_volume(Y,R,"COM_GAS","AMG");
Penergy_b(Y,R,"EB_AMT","EB_F_ELY")=-PSAM_volume(Y,R,"COM_ELY","AME");
Penergy_b(Y,R,"EB_AMT","EB_F_BIO")=-TBI(Y,R,"AMB");

```

- ここで計算したものを tools/iiasa\_data\_submission/prog/iiasa\_database\_ind.gms にて代入している

- このときに変数リストを作っている大元は IAMCTemplate.txt (AIMHub\_exe.sh を参照)。※ただし、このファイルだけは submodule なので、main ブランチから切って別ブランチで一時的に作業するなどの工夫が必要。詳しくは藤森さんに要確認。
- したがって、新たに追加したい変数を IAMCTemplate.txt に追加し、tools/iiasa\_data\_submission/define/aggregation.map で適切に mapping すれば基本的には OK。

#### ※注意点

- IAMCTemplate.txt に空行を作つてはいけない。エラーの原因となる。
- 各シナリオごとの IAMCtemplate を作る際のエラーは output/lst/db/IAMCtemplate\_global\_17\_{Scenario\_name}.lst を参照し、全てのシナリオを一つのファイルに merge するときのエラーは output/lst/db/IAMC\_template.lst に出力される。
- Execute IAMC template global\_17\_SSP2\_400C\_2030CP\_NoCC\_No.と表示されてからすぐに End of making IAMC template for each scenario と出力されたときは大抵各シナリオの IAMCtemplate 作成時にエラーが起きている。merge する際のエラーは log に直接出てくる。

○IAMCtemplate.txt に追加した変数 (2026/01/19 時点)

Prm	Prm_Ene_Bio_Amm Prm_Ene_Bio_Amm_w_CCS Prm_Ene_Bio_Amm_wo_CCS
Sec	Sec_Ene_Amm Sec_Ene_Amm_Bio Sec_Ene_Amm_Bio_w_CCS Sec_Ene_Amm_Bio_wo_CCS Sec_Ene_Amm_Ele Sec_Ene_Amm_Gas Sec_Ene_Amm_Gas_w_CCS Sec_Ene_Amm_Gas_wo_CCS
Fin	Fin_Ene_Amm Fin_Ene_Tra_Amm Fin_Ene_Tra_Shi_Amm Fin_Ene_Tra_Dom_Shi_Amm Fin_Ene_Tra_Int_Shi_Amm Fin_Ene_Tra_w_bun_Amm Fin_Ene_Ind_Amm Fin_Ene_Bun_Amm
Cap	Cap_Amm Cap_Amm_Bio Cap_Amm_Bio_w_CCS Cap_Amm_Bio_wo_CCS Cap_Amm_Ele Cap_Amm_Gas Cap_Amm_Gas_w_CCS Cap_Amm_Gas_wo_CCS
Inv	Inv_Ene_Sup_Amm Inv_Ene_Sup_Amm_Bio Inv_Ene_Sup_Amm_Ele Inv_Ene_Sup_Amm_Gas
Emi	Emi_VOC_Ene_Sup_Amm Emi_BC_Ene_Sup_Amm Emi_CO_Ene_Sup_Amm

	Emi_CO2_Ene_Sup_Amm Emi_CH4_Ene_Sup_Amm Emi_OC_Ene_Sup_Amm Emi_N2O_Ene_Sup_Amm Emi_NH3_Ene_Sup_Amm Emi_NOx_Ene_Sup_Amm Emi_Sul_Ene_Sup_Amm
--	--