

IEA EBC Annex 70 研究計画提案書

建築物のエネルギー疫学

建築物のエネルギー消費実績値の大規模分析

はじめに

本アネックスは、2014年10月に英国で行われた国際ワークショップと国際的なインターネット調査の結果を受け、2014年11月に提案された内容を発展させたものである。この提案の詳細は、<http://energyepidemiology.org/>にて確認することが出来る。

概要

本アネックスでは、建築物のエネルギー消費実績の大規模分析と、エネルギーの疫学的分析という新たな学術分野に注目し、確実に分野横断的な分析方法の開発を目指している。建築物のエネルギー消費量とそれに伴う炭素排出量を、相当量長期的に削減するための現実的な方法に関し、参加各国に対して以下の観点から支援する。

1. エネルギー消費量の大規模実績値データベースが、政策立案や企業の省エネ・低炭素商品、ソリューションの開発に、どの程度寄与するのか評価する。
2. 建築物に関するデータと、その利用者に関するデータを含め、建築物のエネルギー消費量の実績値を収集し分析するために採用された手法の中から、ベストなものを抽出する。
3. 各国の建築物のストックデータやストックモデルの作成方法、そのエネルギー性能を比較することから得られる知見を共有する

1. 背景

気候変動やエネルギー、社会的公平性の確保といった問題に対応するため、世界中の国々がエネルギーの需要や炭素排出を劇的に減へらそうとし、新興国ではエネルギー消費を抑制できる方法で開発を行おうとしている。このような社会変容には、画期的な技術と政治的な介入が必要である。そしてそれは、包括的で実証的な検証から真に実効性があると確認されたものでなくてはならない。しかしこのような介入を立案し、実装、評価できるようなデータは不足している。そのため、多くの政策で想定通りの成果を上げられていない。建築物のエネルギー消費に関する信頼できるデータの収集や利用は、歴史的に見ても限定されている。その原因は、データの収集にかかる費用や公共サービスの民営化といった政府の制度に由来する。また、標準的なモデルを過度に信頼することで、高品質なデータ収集が軽視されている。しかし、

このような状況は、新しい国際的な条約が締結され、炭素収支を制限する法律が導入されるに伴い、変化している。同時に、高頻度の計測が可能なスマートメーターの導入、低価格なセンサーの利用増加、インターネットの普及により利用可能になった多種多様なデータの組み合わせや統合により、さまざまなデータセットの組み合わせや統合によって、データ革命が起きつつある。

エネルギー需要が過去どのように変化してきたのか、またそうした変化に影響を与える要因が何なのかを理解するために、これまでのやり方とは異なる、より良いシステムアプローチが求められている。このようなシステムの全体像を描くことは、多量の建築物からのエネルギーデータをまとめ、公衆衛生（健康疫学的な）にも用いられるようなデータのマネジメントと分析手法を採用することで可能になる。多くの実建築物のデータより実証的に得られた知見は、エネルギー需要や炭素排出を管理する技術を発展につなぐると同時に、政策の種類や導入時期、ターゲットを決める参考にもなる。例えば、イギリスでは、エネルギー消費量や建築物に関する大規模なデータベースとエネルギー改修のデータを照合することで、エネルギー消費量の削減対策として導入された技術の評価に役立っている。このような情報は、将来得られるであろうデータソースや、それらをより詳細な実態調査の情報と組み合わせた場合に可能になるほんの一部である。今日この分野、ある建築物の集団のエネルギー消費量に関する研究は、「エネルギー疫学」として認知され始めている。

健康疫学の手法を取り入れるにしても、それをエネルギー需要に対して直接用いるのではない。エネルギー需要に関連する技術や制度、人の行動や物理的・環境的要素などの複雑な相互作用を理解するために、その分析ツールや手法が応用できるのではないかと考えている。

エネルギー疫学的な研究手法は以下ようになる。

- 興味ある変数に関する分散を測定・説明する（例：エネルギー消費量原単位など）
- 分散を決定要素によって説明する（物理的、環境的、社会的、行動的、経済的な）
- エネルギー効率の改善や人の行動をコントロールする手法などの介入により、分散がどのように変化するかを予測できるモデルを支援する
- エネルギー需要のマネジメントに関する政策や実践の決定に貢献する根拠を提供する

本アネックスは、技術・ツールよりも実証的なデータと分析手法に着目している点で、過去もしくは現在設置されている多くの他アネックスとは異なる。とわいえ、他アネックスにおける建築物の性能測定やモデル作成による知識を、より充実させることも本アネックスは可能である。

1.1. 研究項目

本アネックスでは、国家としての開発目標や低炭素化への道筋を示すため、建築物とそのエネルギー消費に関連する高品質なデータを収集し、記述し、使用する試みとして、以下の点に集中する。

- 建築物やエネルギー消費量データの二ーズ段階及び利用段階におけるステイクホルダーの参加
- 建築物のストックデータの収集手法や構成、入手可能性
- 建築物のエネルギー消費量に関する実績値と予測値の比較
- 集団としての建築物やそのエネルギー消費に関する実証的な分析手法
- 国の建築物ストックモデルのデータ構成

建築物に係わる国の機関、エネルギーや環境に関連する部局は、計画段階の性能、あるいは建設後の実績値など、建築物やそのエネルギー消費に関するより質の高いデータを必要としている。産業界や技術開発に関連する団体は、彼らの製品や技術が、エネルギー需要や建築物の性能に対して、どの程度実際に影響があるのかを知りたいと思っている。本アネックスでは、データの収集方法や分析、国別モデル作成の際のデータ利用に着目することで、データ感の差を発見し、ステイクホルダーに有益な情報を提供する。たとえば、データの分析方法や手法、国別の比較やモデル作成、その影響などである。

建築物とエネルギーに関する国別のデータをよりシステマチックに構築された方法で利用することで、政策の策定や評価、技術の試験や開発、国としての開発方針や脱炭素社会への道など、無数のベネフィットが得られる。図 1 は、建築物ストックの国内モデルや分析に関する理想的なシステムを表したものである。このシステムは実証的なデータや、サンプル調査、サブ調査群を土台とし、政策立案や国の発展の方向性検討、新築や改修に関連する新たな製品やデザインの展開に寄与するものと考えている。このようなモデルは、エネルギー消費量と炭素排出量が目標に見合うよう、社会を変容させ方法を見いだすのに貢献できる。

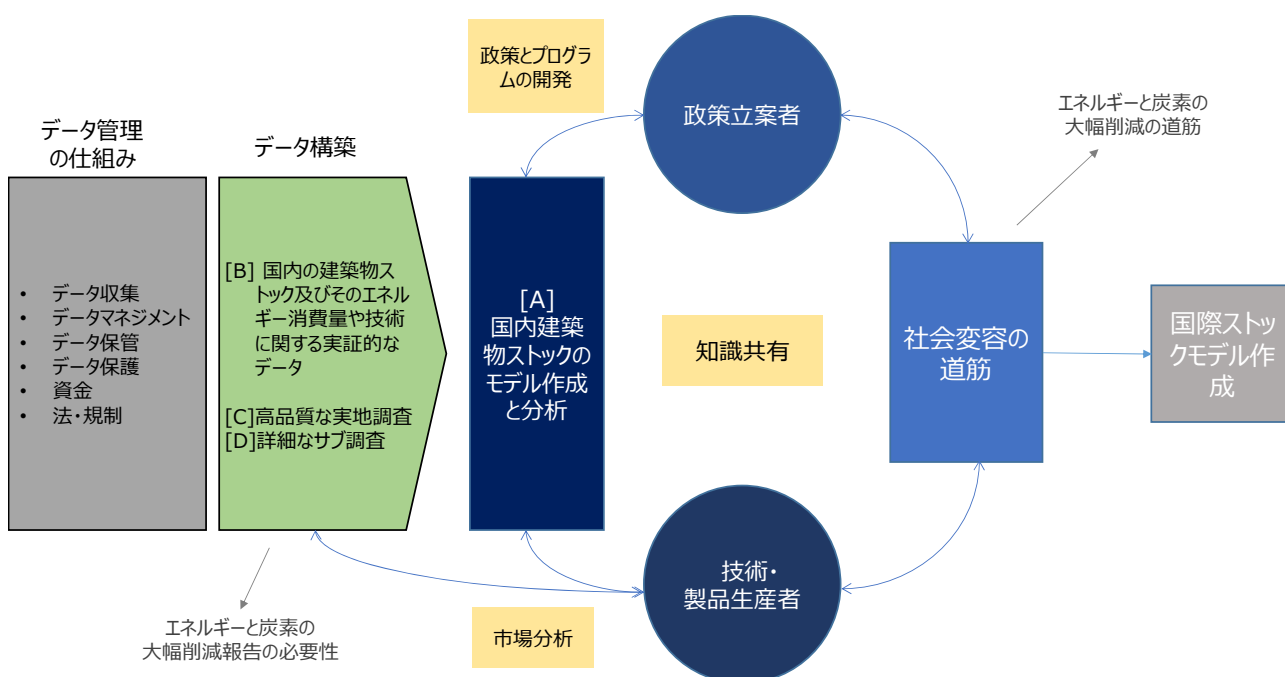


図 1 国内建築物データとストックモデルの運営形態

2. 目標と制限事項

低炭素な建築物に移行するには、建築物のエネルギー性能の向上と、それに平行したより効率的なエネルギーサービスの提供、そしてより積極的なエネルギー消費の脱炭素化が求められる。しかし、建築物のエネルギー性能に関するその本質的な変化に、必須となる建築物のストックデータは、必ずしも利用可能でなかったり、入手できなかったり、不完全であったりする。また、多様な建築物の細分類毎の分析手法は、建築ストックの不均質さに相応しいものがある必要がある。国の持続可能な開発と脱炭素化に関する計画が立案されるにともない、政府や研究機関、また産業部門は、モデルの試作や過去の実例を評価するため、建築物のストックに関するより良い実証的なデータを必要とする。そして最終的には、

広範にわたる全てのステイクホルダーの参加が、データへのアクセスを担保し、意味ある分析を行い、低炭素でエネルギー性能が高い建築物に対して投資が行われるようになるには求められる。

2.1. 目標

建築物と地域のエネルギー需要を、エネルギー疫学的観点から研究するという目標を達成するため、本アネックスでは、参加者間での学習や知見の共有を通じ、以下の目標の達成を目的としている。

- 1 多くの建築物のエネルギー消費量の実績値データを政策立案者に提供し、産業界の省エネルギーで低炭素なソリューション開発を支援することの影響力を評価する。
- 2 建築物のストックデータの整理手法、建築物のストックモデルの作成方法、エネルギー性能に関する計算値と実績値のギャップとその信頼性に関する分析等に関する国別の手法を比較する。
- 3 既実践されている、建築物のエネルギー消費量の収集方法、モデルの作成手法、エネルギー消費決定要因の同定方法等の中から、最も良い方法をベストプラクティスとして抽出する。

2.2. スコープと境界

エネルギー疫学的アプローチの主たる目的は、建築物におけるエネルギー消費の多様性やその違いの原因をより深く理解することにある。エネルギー疫学では、建築物あるいはさらに細分類された建築物の集団におけるエネルギー消費の決定要因について調査する。その際には、建築物の物理性能や設備システム、社会経済状況、執務者の行動やその相互作用を考慮しなければならない。また、広範な研究に関する解説を提供し、個々の研究がどのように位置づけられるのか、系統的に評価できる環境を提供する。本アネックスのスコープには以下のものを含む。

- これからの戦略や政策が立脚するデータや情報の利用者の要求項目を特定するために、政府や産業界、技術開発関係者と協働する
- 住宅と非住宅の建築物のストックにおける、建物やエネルギー消費量の実証的なデータに関して研究する
- 調査の実施、分析、建築物やエネルギー消費量に関する報告方法について、最も良質な実践に基づくベストプラクティスガイダンスを開発する
- 指標を開発し、建築物のストックやそのエネルギー消費に関する国際的な比較を実施する

3. 手法

3.1. 方法論

本アネックスの特定の目標に対応し、調査と開発作業を3つのサブタスクに分けて実施する。

3.2.サブタスク

本アネックスでは主たるサブタスクとして、次の3つを設ける（作業は同時並行で実施する）

サブタスク A： 利用者の参画（ニーズと準備）

サブタスク B： データの構築と管理

サブタスク C： 建築物ストックモデル作成と分析

サブタスク A： 利用者の参画（ニーズと準備）

本サブタスクでは、政府や研究者、産業界や IEA 自体を含む、現時点もしくは将来の利用者などのステイクホルダーの参画に焦点をあてる。この作業は、アネックスの設立準備段階に開始し、アネックスの参加者がユーザーのニーズについて大まかに理解できることが望ましい。その初期の作業は、他の二つのサブタスクに対し、方向性と進捗のベンチマークとなる情報を提供することである。本サブタスクはさらに以下のアクティビティに分割される。

アクティビティ A.1 建築物のストックデータ、ならびにエネルギー消費量データの利用者（政府や研究者、産業界や IEA 自体を含む）に対して、現時点における利用方法、現時点でのデータ活用における長所や問題点を把握するための調査を実施する（アクティビティ B.1 の成果についても一部活用する）。

アクティビティ A.2 建築物のストック情報やエネルギー消費量に関するステイクホルダーのニーズを再確認し、データの収集や報告、アクセス方法に関するベストプラクティスを提供する（その成果はアクティビティ B.2 に提供する）。再確認には、建築物の省エネ改修、再生可能エネルギーやエネルギーの面的利用、社会慣行の変化に関するシナリオ作成のための利用者ニーズを含む。

アクティビティ A.3 ステイクホルダーの参画により、建築物のストック情報やエネルギー消費量に関して得られた知見、また将来の参画に対する提言を報告する。

サブタスク B： データの構築と管理

本サブタスクでは、各国で採用されているデータの構築と管理手法について調査を行う。サブタスクは、国際共同調査として、アネックス・コンセプト・フェーズに実施する。特に、データの収集、管理、保管、保護に関する事項について集中して進める。資金調達の方法、データの収集や利用に関する法律的な問題についても議論する。サンプル調査や地域を限った調査、全国的な調査毎に、調査可能な建物数、調査項目、データの質について確認する。本サブタスクはさらに以下のアクティビティに分割される。

アクティビティ B.1 建築物のデータ及びそれに関連するエネルギー消費量データに関する調査を実施する。調査では、国レベル、あるいは適切に分割された地域レベル、もしくはサンプル調査レベルごとに、入手可能な建築物のストックデータ、執務者に関するデータを、アネックス参加国と、入手可能な国について収集する。また、収集したデータについては、国レベルの実績値データと、モデル計算の結果を照合し検討する。各国から IEA エネルギーデータセンターに提供されたデータのソースを検証し、入手可能なデータがどのように各国で可能されているのかを確認する。建築物やエネルギー消費量、執務者に関するデータを再

確認、アクセスのし易さ、適用範囲、品質、メタデータなど観点から評価する。得られた知見は、入手可能なデータの付随情報として記録しておく。

アクティビティ B.2 建築物のストック情報とエネルギー消費量に関し、国レベル、あるいはサンプル調査として、現在実施されているデータの収集、処理、報告方法、具体的には収集技術、データのソース、適応可能な標準的な方法、報告の仕組みなど、を確認する。また、情報保護の必要がある個別建物情報を集約し、そこからエネルギー消費量を消費者属性毎、あるいは消費先別に分類する革新的な方法について調査を実施する。

アクティビティ B.3 データの報告プロセス、メタデータ、建築物のストック情報やエネルギー消費量に関する国レベルの調査やサンプル調査へのアクセス方法について確認する。また、建物ストック情報やエネルギー消費量の情報保護に関連した、データのアクセス方法、保護と利用の調和、匿名化などのベストプラクティスを同定する。

サブタスク C : 建築物ストックモデル作成と分析

本サブタスクは国レベルの建築物のストックモデルの開発と利用方法に集中する。またサブタスク B で検証されたデータセットも活用する。本サブタスクでは、サブタスク A で行った利用者の再確認結果、現在作成されているモデルや分析結果も活用する。また、分析方法や現実の再現性から見た信頼性、将来の変化の潜在的予測因子の抽出に注力する。本サブタスクはさらに以下のアクティビティに分割される。

アクティビティ C.1 利用可能な国レベルの建築物のストックモデルやエネルギー消費モデル、あるいは先行研究（Kavgica ら）を活用して開発された分類体系を用いた分析手法などの一覧表を作成する。

アクティビティ C.2 特定されたデータの利用者のニーズ（IEA エネルギーデータセンターの利用者含む）の観点から、建築物のストックモデルを比較し、その妥当性と価値を対比するための国際的な検証作業を実施する。

アクティビティ C.3 異なったタイプの建築物ストックモデルの長所と短所を明確にした上で、それらのモデルの開発と利用に関するベストプラクティスを推奨する。

アクティビティ C.4 限定されたハイレベルな指標のセットを開発する。指標のセットは、国レベルのストックモデル、例えば国別の特定の用途のエネルギー消費量原単位で比較できるモデルを活用して作成する。

4. 結果と成果物

本アネックスの主たる成果には、以下の項目が含まれる。

- 国レベルの建築物のストック調査とモデルに基づくデータベース（実績値が入手可能な場合はそれも含む）
- 国別のデータ比較結果レポート類
 - － ステイクホルダーのニーズから見た推奨項目に関する報告
 - － 実証的なデータに基づく、国別用途別の建築物のエネルギー性能ベンチマーク（想定している用途：学校、事務所、商業、住居）
 - － 政府や研究者、産業界での広範な利用を想定した、建築物のエネルギー消費量や建築物のデータ、その他の決定要因の報告やアクセス方法に関する推奨
 - － 基礎的なデータに関連する原因、および建築物の実際のエネルギー性能と予測地のギャップ解消への貢献について示唆を与える
 - － 建築物のストック調査やエネルギー消費量の調査方法、過去のサンプル調査例とその報告について推奨できるものを報告する

これらの成果により、国際的なエネルギー性能の比較、政策の有効性確認、国レベルのストックモデル作成、技術や製品の市場アセスメント、影響評価等において、実証的な建築物のストック情報とエネルギー消費量の利用が容易になる。

本アネックスの成果の価値を更に高めるものとして、今回限りのであるアネックスの成果を IEA エネルギーデータセンターで進行中のプロジェクトと関連づけられことが挙げられる。データを収集する標準的な方法を開発し、統一された方法で国別のエネルギー性能が比較できるようになることで、今後の IEA の統計に関する報告書の品質と信頼性が飛躍的に向上する。加えて、本アネックスの作業は、IEA データセンターが標準化したものや、そこでの人間関係が活用でき、多大な恩恵が得られると考えられる。

4.1. 公式な成果物

予想される成果物は以下の通りである。アネックスの目的に応じてグルーピングした。

- 1 国レベルの建築物ストックモデルの開発方法比較
- 2 建築物のストック情報ならびにエネルギー消費量の実績値情報の活用に関するベストプラクティス
- 3 これらの大規模データが、政策立案者や産業界に対して、貢献する範囲とその評価

| | 公式成果物 | ターゲットグループ | サブタスク |
|----|--|---|-------|
| D1 | アクティビティや成果物を公表するための Web ページ | 政府、研究機関、産業界の専門家、建築家、デザイン・設計事務所、エンジニアリング会社、コンサルタント | A、B、C |
| | 1. 政策立案者と産業界への貢献評価 | | A |
| D6 | エネルギー消費量及び建築物のストック情報へのニーズとステイクホルダーの参画方法 | 建築物のエネルギー性能基準の作成や規制に係わる政策立案者や専門家 | A |
| | 2. 国別の取り組み | | B、C |
| D2 | 現在ある国別の建築物のエネルギー消費量とストック情報のレビュー | 政府、研究機関、産業界の専門家、建築家、デザイン・設計事務所、エンジニアリング会社、コンサルタント s | B |
| D3 | 国別のエネルギー消費量及び建築物のストックモデルのレビュー | 研究者、政策立案者 | C |
| D4 | 建築物のストックに基づくエネルギー性能の、高度な指標に基づく国別比較 | 政府、研究機関、産業界の専門家、IEA などの国際機関 | C |
| | 3. ベストプラクティス | | |
| D5 | 国レベルもしくは特定の地域レベル、サンプル調査レベルでのデータ収集、アクセス方法、報告手法に関するベストプラクティス | 研究者、政策立案者 | B |
| D6 | 建築物のストックモデル作成に関するベストプラクティス | 建築物のエネルギー性能基準の作成や規制に係わる政策立案者や専門家 | C |
| | プロジェクトの要約報告書 | | |
| D7 | 研究手順や各種推奨、IEA エネルギーデータセンターの国際比較との関係 | 研究者 + EBC プログラム関係者 | A、B、C |

全ての報告書は、アネックスの Web ページで電子媒体で提供される

4.2. アネックスの受益者ならびにアウトリーチ活動

本アネックスの受益者は

- 建築物に関連する研究者、専門家
- 建築物のエネルギー性能基準の作成や規制に係わる政策立案者や専門家
- 統計に関連する部局、関係者
- 建築物の所有者、管理者、建設業者、特に ESCO
- 研究・教育機関

アウトリーチ活動

| | アウトリーチ活動 | ターゲットグループ |
|----|------------------------------|-------------------------------|
| 01 | Web ページ及びアネックスのニュースレター | 研究者、EBC プログラム関係者 |
| 02 | SNS (Build Up、Linked-In、・・・) | 建築物の関係者、多くの場合特定のグループ |
| 03 | アクティブ インターネットセミナー | 建築物の関係者、殆どのイベントは特定のグループを対象とする |
| 04 | 国際会議もしくはセミナー | 建築物の関係者、殆どのイベントは特定のグループを対象とする |
| 05 | 国際会議の梗概集 | 建築物の関係者、殆どのイベントは特定のグループを対象とする |

5. アネックスの運営

本アネックスはサブタスクの主査ならびに副査によって支援された、運営管理組織 (Operating Agent) によって運営される。

5.1. 運営管理組織

運営管理組織は、アネックスの報告書作成、情報の普及、全体の活動やスケジュール管理に対して責任を持つ。本アネックスの運営管理組織は、ロンドン大学 (University College London) が担当する。

5.2. サブタスクの主査

サブタスクの主査・副査は、サブタスクに関連する高い専門性を持ち、サブタスクの実質的な研究や開発の運営を行う。主査はサブタスクの参加者の中から、参加者によって選出される。主査・副査の責務は

- サブタスクの作業をコーディネートする
- 運営管理組織が行う、作業の詳細なスケジュール作成、最終報告書の作成を支援する
- サブタスクのワークショップを運営し、その結果を運営管理組織に提供する
- サブタスクの成果としてテクニカルレポートを作成する

サブタスクの主査は

サブタスク A: tbc

サブタスク B: UCL (主) 、tbc

サブタスク C: ゲント大学、tbc

6. タイム スケジュール

2015 年 11 月から準備を開始し、2015 年 11 月から 3 年間の作業期間を予定している。年に 2 回の会議を開催する。運営管理組織は、半年に一度アネックスの本会議を開催する。開催場所は、その時によって異なり、参加国の一つを主催国として開催する。サブタスクの主査会議もアネックス本会議に連続させ、半年に一度開催する。必要に応じて、サブタスクの主査と参加者は、個別の会議を開催することができる。そのような場合、サブタスクはその会議の開催と結果を運営管理組織に報告しなければならない。4 年目は最終報告書の作成期間とすることを予定している。

7. 資金調達及びコミットメント

作業は 3 つのサブタスクで行う。参加者は少なくとも一つのサブタスクに所属する。全ての参加者は、最終報告書に情報提供と原稿の提供が求められる。参加者はアネックスの活動で発生した各自の費用を負担する必要がある。資金調達においては、人件費、消耗品費、3 項および 4 項で定義したアクティビティの実行に必要な費用（最終的なオーバーヘッドコストを含む）、アネックスの 4 年間のワーキングフェーズにおいて、年最低 2 回の専門家会議に参加するための旅費が支出できることが求められる。ワーキング会議は、参加者の一人によって主催される。会議の運営する費用はホストとなる参加者が負担する。

全ての参加者はワークショップに参加することができ、全てのサブタスクの成果にアクセスすることができる。参加各国は、少なくとも 1 名の専門家（研究者、科学者、エンジニアなど）を指名し、参加すると決定したサブタスクに参加させる。同じ専門家が全ての会議に参加し、各国の代表としてサブタスクに貢献することが求められる。参加者の最低限のコミットメントは 6 人月/年の作業。サブタスクのコーディネーターには、資金が 6 人月/年に加え 2 人月/年の費用を負担する。運営管理組織に対しては、6 人月/年に加え、4 人月/年の費用負担を資金から認める。この費用には、年に 2 回開催される ExCo の参加費用も含まれる。

以下に示す表は、現時点において参加を検討している国と組織である。アスタリスクのある参加者は、2015 年 9 月に開催されたワークショップへの参加者である。

サブタスク A：利用者の参画（ニーズと準備）

サブタスク B：データの構築と管理、国際比較

サブタスク C：データの収集、報告、アクセス手法に関するベストプラクティス

KEY: L=Lead（主査） C=Co-lead（副査）, *=興味あり, **=強く興味あり

| 機関 | サブタスク A | サブタスク B | サブタスク C | 確率 | |
|--------|----------------|---------|---------|----------|-------|
| オーストリア | オーストラリア環境技術協会* | ** | * | *(C3&C4) | 非常に高い |
| ベルギー | アントワープ大学 | * | * | **L(C) | 90% |
| ベルギー | ルーベンカトリック大学* | | ** | | 66% |
| カナダ | ライオンズ大学* | | ** | * | 60% |

| | | | | | |
|-----------|----------------------------|----|------|----|------|
| 中国 | 清華大学 * | | | | |
| デンマーク | オールボー大学, デンマーク建築研究所 (SBI)* | * | * | ** | 不確実 |
| フランス | 国立太陽エネルギー研究所/パティマン科学技術研究所* | * | ** | ** | 80% |
| ドイツ | シュトゥットガルト応用科学大学(HFT)* | * | * | ** | 60% |
| ドイツ | ドイツ航空宇宙センター * | ** | ** | ** | 85% |
| ドイツ | パッシブハウス研究所 | | | | |
| Hong Kong | 香港市立大学* | * | * | | 90% |
| Hong Kong | 香港大学* | ** | ** | ** | 80% |
| IEA | エネルギー データ センター * | | | | |
| ニュージーランド | BRANZ * | | | | |
| ニュージーランド | ウェリントン・ビクトリア大学* | | | | |
| 韓国 | 韓国土木建築技術研究所* | | | | |
| スウェーデン | チャーマーズ大学 | | | | |
| スイス | TEP エネルギー* | | | | |
| イギリス | UCL* | ** | L ** | ** | 100% |
| イギリス | サルフード大学* | | | | |
| イギリス | オックスフォード・ブルックス大学 * | | | | |
| アメリカ | ローレンス ・ バークレー国立研究所* | | | | |

知的財産

EBC の実施協定に従い、運営管理組織が参加者に代わって、アネックスから生じるすべての知的財産権を保有する。