

国内における建築設備のコミッショニングの普及状況に関する調査報告

その1 建築設備のコミッショニング技術の概要

須山喜美*

建築設備のコミッショニングは欧米にて1960年代に開発され、国内には1990年頃から導入され始めた建築設備の性能を検証するための技術である。国内に導入されてから約20年を経て、各方面で本技術に関する研究開発や、先導的な建物案件への適用、実用的な運用に向けての制度の整備が進みつつある。また、本技術を適用し、建築設備の適正運用が図ることによる省エネルギー効果やCO₂排出削減効果が注目・認知され、国内でも公的な制度に参照・採用されるきざしも出てきている。筆者は、数年間に亘りこれらの動向に関する調査を継続的に行ってきた。本稿では、それらの調査結果報告の第一報として、建築設備のコミッショニング技術の概要について報告する。

キーワード：建築設備、コミッショニング、生産プロセス、運用プロセス、性能検証、運用改善、省エネルギー、CO₂排出量削減

1. はじめに

建築設備のコミッショニングは欧米にて1960年代に開発され、国内には1990年頃から導入され始めた建築設備の性能を検証するためのプロセス技術である。国内に導入されてから約20年を経て、空気調和・衛生工学会や建築業協会等の各方面で本技術に関する研究開発や、大手設計事務所などによる先導的な建物案件への適用が行われている。また、本技術の普及を目的とする特定非営利活動法人建築設備コミッショニング協会などにより、実用的な運用に向けて、各種の技術ツールや資格制度の整備が進みつつある。更に、本技術を適用し、建築設備の適正運用が図ることによる省エネルギーやCO₂排出削減効果も、注目・認知され、国内でも公的な制度に参照・採用されるきざしも出てきている。筆者は、数年間に亘りこれらの動向に関する調査を広く継続的に行ってきた。本稿では、それらの調査結果報告の第一報として、建築設備のコミッショニング（図表中ではCxと略記）技術の概要について報告する。

なお、本稿に掲載している図表等は、建築設備コミッショニング協会（略称：BSCA）のマニュアル¹⁾や講演会資料より借用・掲載している。これらに関するより詳細な内容の参照について、同協会のホームページ（<http://www.bsca.or.jp/>）や後掲の参考文献1などを参照されたい。

2. 建築設備に関するコミッショニングの必要性

建物の新築や運用時の改良に際して各種性能の検証を行うべき検査対象は建物そのものから部位や機能・性能の多岐に及ぶ。このうち、空気調和システムなどの建築設備に関するものは、受注生産、一品現地生産、システム製品、分業と重層構造などの側面で様々な特徴と課題を有している。これらを表-1に整理する。ここに示された問題点と課題を解消するために、建築設備のコミッショニングが実施されており建築生産時点の重要な部分を占める活動と考えられる。また、建物のライフサイクルの観点から、建設後の状況を模式化したものが図-1である。経年の建物運用に伴い建物の設備性能が劣化し、一定の性能を得るための燃料の消費増などが起こり、CO₂発生量が増加していく。また、建築設備の働きにより実現している室内環境の質なども低下する。これらの経年劣化や性能低下に対して、適時の性能検証を行うことにより一定の性能を維持し、CO₂発生量の削減を図っていくことも重要である。

建物のライフサイクルにおける性能検証活動の実施の順序やニーズを図-2、表-2に示す。建物の企画・設計・施工までの部分の性能検証活動を「当初性能検証（イニシャル・コミッショニング）」、建物運用時点で、当初性能検証を踏まえ、再度行う性能検証を「再性能検証（リ・コミッショニング）」、これまで性能検証が行われていない場合の性能検証を「復性能検証（レトロ・コミッショニング）」と称し区別する。また、これらの活

* 技術研究所

動における実施過程や手順を「性能検証過程（コミッショニング・プロセス）」と称する。理想的には、当初性能検証、または、復性能検証、再性能検証計画などを建物のライフサイクル（設備更新の時期やテナント移動等）を考慮して行っていくことで、建築設備の生産・維持・環境等に関する様々な問題を解消できる。なお、これらの過程を示した原典的な文献として、ASHRAE Guideline 0-2005 The Commissioning Process²⁾がある。オリジナルの詳細は適宜これを参照されたい。

3. コミッショニングプロセスの概要

建物の新築から運用までの期間におけるコミッショニングプロセスの概要を図-3に示す。本図において横軸は、建設・運用に関する各段階であり、企画設計フェー

ズから運転フェーズまで区別している。一方、縦軸は、建築生産や運用過程の各フェーズにおけるイベント、コミッショニング（Cx と略記、以下同様）活動（検証作業）やそこからの文書等のアウトプット、コミッショニング種別・呼称などで整理してある。

本図を概観すると、オーナーは設計発注前にコミッショニング活動の統括責任者である「コミッショニング・オーソリティ（CA と略記、以降同様）」を選定し、これがオーナーとの間で「企画・設計要件」を詰め、これに基づき設計を発注する（企画フェーズ）。以降、CA が中心となって性能検証を進めていく。CA は、設計内容についてコミッショニング実施側では、オーナーの要求通りになっているか都度検証しながら、設計図書を完成させる（設計フェーズ）。CA は工事発注に関する書類の整備等を支援する（工事発注フェーズ）。施工中は、CA は

表-1 設備生産の特徴と生産上の課題

区分	生産プロセスの特徴	リスク	問題点と課題	コミッショニングの役割
受注生産	契約時に製品が見えない	契約時に完成品の性能確認が困難である。	発注者の目が価格に集中製品性能の軽視・無関心購入後のトラブル発生	運転性能の明確化 完成後の性能確認
一品現地生産	個々の設備ごとに仕様が異なり生産者や現場条件の影響も受ける	現場の技術レベルと品質管理体制が完成品影響する。(業者の差が大きい)	設計主旨や根拠、運転操作法・試験結果など、運転管理に必要な情報が不足	生産プロセスの明確化と内容確認 文書化と記録
システム製品	多くの機器や部品から構成される	一部の部品不良や調整不良が製品不良に繋がる	システム全体としての機能確保の方法と責任体制が曖昧であると性能確保が困難	部材・部品の性能確保システム機能の明確化と機能試験による確認
分業と重層構造	企画、設計、施工、運転に亘り、多企業、他業種が関係する	情報伝達管理不備によるトラブル発生の可能性	企画・設計・施工から運転管理に到る情報の引き継ぎ運転管理者への訓練が不十分	企画から運転管理までの一貫した管理と情報の伝達 運転・保守管理者の訓練の実施

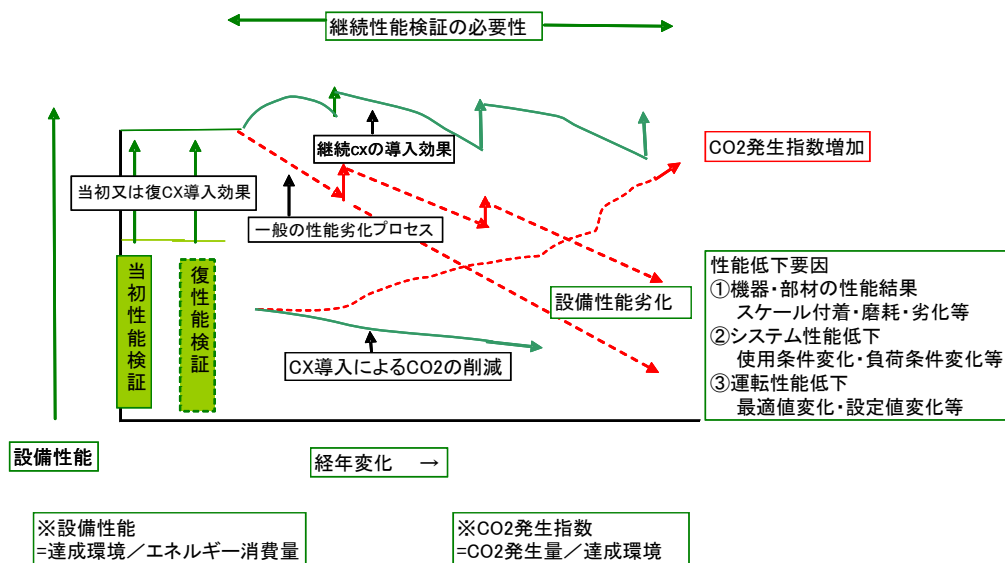


図-1 建築環境・エネルギー性能の劣化と性能検証の役割

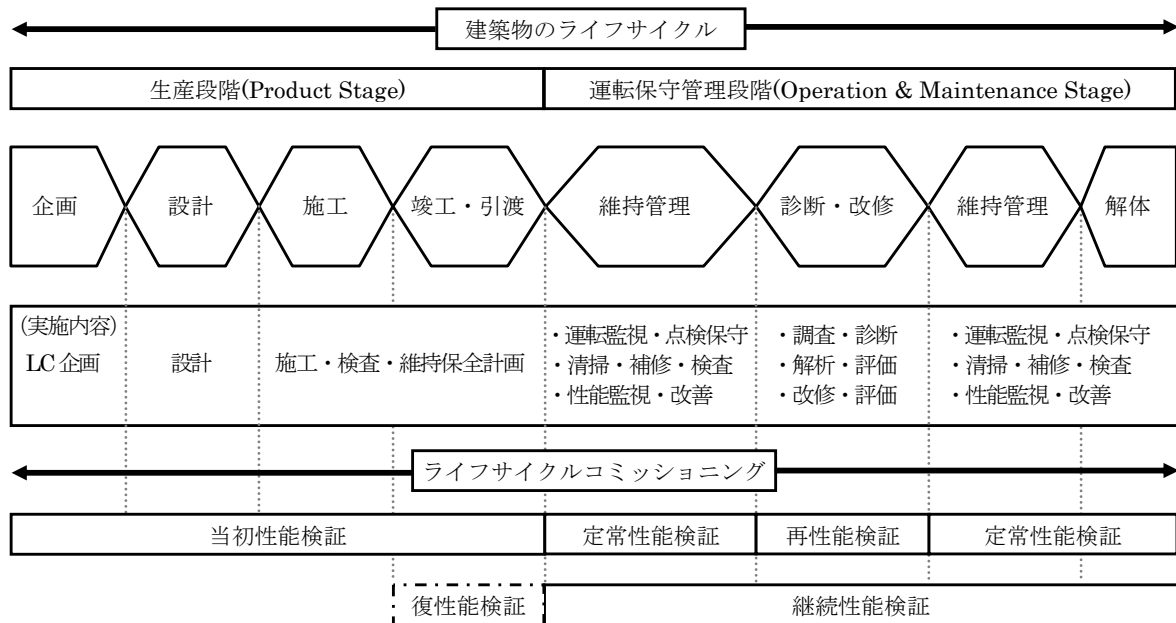
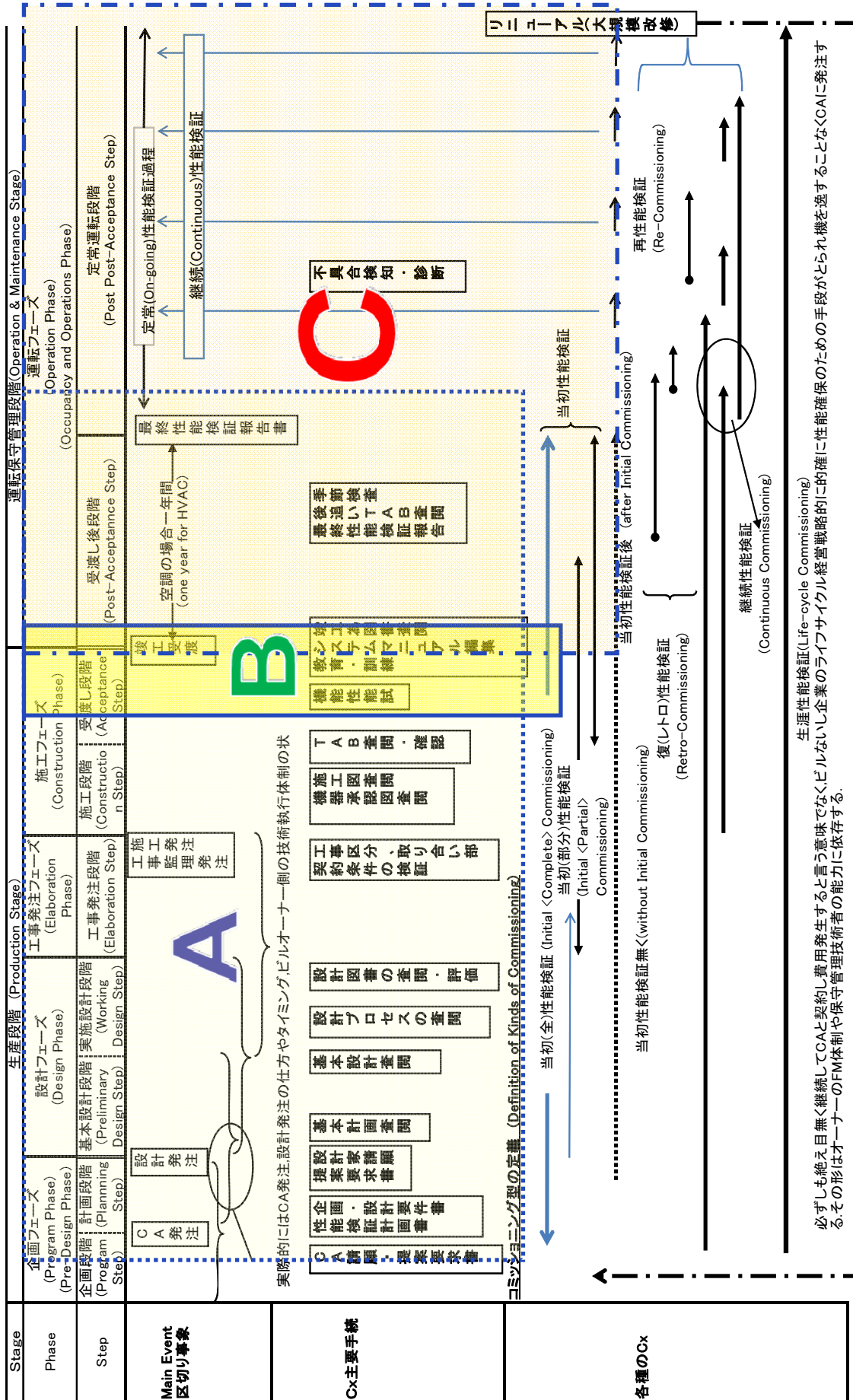


図-2 ライフサイクルコミッショニング

表-2 Cxの種類とニーズとの対応

区 分		プロセス導入のニーズ	関連事項
生涯性能検証 (ライフサイクルコミッショニング)	当初性能検証	発注者の企画・設計・施工・運転管理の人材や管理体制に弱点があるのでカバーしたい	省エネ法
		企画した性能のものが、確実に建設できるようにしたい。	
		完成後の設備の性能を客観的に評価したい。	
		完成した設備の運転管理がスムーズにゆくよう生産情報を整備したい。	
	復性能検証	設備の現状性能を客観的に把握し、問題点と改善点を明確にしたい。	設備診断 省エネ診断
		設備の運転法の改善・設備の更新・改修の方針確立したい。	
省エネ法や排出量取引に対応する等、定常性能検証のための基本体制を確立したい。			
継続性能検証	定常性能検証	定常的に設備の性能を監視する方法を確立したい。	省エネ法 ISO50001 排出量取引
		省エネ法や排出量取引に対応する効果的な体制を確立したい。	
		継続的な改善を推進し、コストダウンにつなげたい。	
	再性能検証	当初性能検証や復性能検証から時間が経っているので、運転管理者も代わる等、設備管理に不安があるので、再度、専門家による系統的な設備の性能検証をしてもらいたい、必要な処置を講じたい。	設備診断
建物の用途や使用勝手が大きく変化してきており、再度設備の機能や運転方法や管理体制を専門家を含めて見直したい。			
最初の行った性能検証が不十分であったので、再度実施したい。			



図一三 生涯性能検証の構造

定期的に性能検証会議を主催し、適宜出来上がった部分に関して性能検証を行う。また、この間に竣工引渡前に行う各種試験の計画を行う（施工フェーズ）。CA は、施工フェーズの終盤では、施工されたシステムがきちんと機能し、室内環境や機器の運転性能などの要求性能を満足するかの機能性能試験を統括し実施する。施工フェーズ後は運転フェーズとなるが、この前段の1年間を受け渡し段階として「各季節において冷暖房等の空調設備システムが所定の性能で運転される」ことを検証する。

なお、コミッショニングは記録として残す文書化にも重点をおいており、各段階での検証活動（計測結果や不具合の場合の改善結果等）は適宜文書化され、オーナーに報告される。また、CA が設備の運転等に関するマニュアルも監修し、竣工前に設備システム運転者に提供する。最後に、CA は、受け渡し段階の検証結果まで含めた当該建物の性能検証の総まとめの報告書を「最終性能検証報告書」として提出する。

実際のこれらの過程の運用に関して、日本においては、「設計内容を検証するという部分」はあまりなじみがない。また、当然、コミッショニング実施に関しては、費用や時間がかかるため、図-3と同様の理想的な全過程が行われることは極めて稀である。性能検証の実施範囲を適宜狭めたコミッショニングでも、それなりの効果は確保できる。図中に、典型的な実施範囲をA, B, Cで示した。Aは竣工後1年間の性能検証を求めるタイプで、大手設計事務所の特記仕様書などで採用されている。竣工後1年間の季節の変化に対応した設備の運転が妥当であるかうまくいくかどうかの検証を求めるものである。Bは、竣工検査時点で詳細な検証を求めたもので、英国のCIBSE（公認設備技術者協会）の方式である。Cは、

既存の運転中の設備システムを対象としたもので、レトロコミッショニングである。省エネルギー診断や劣化診断、ESCO 提案前の調査や改修計画などがこれに類似する。

4. コミッショニングの実施者

新築建物の建設工事を対象とした当初コミッショニングにおけるコミッショニング実施担当者と建物・工事関係者の相関関係や組織の有り様を図-4に示す。

コミッショニング関係者（CRP: Commissioning Related Person）とコミッショニング管理チーム（CMT: Commissioning Management Team）に大別される。従来の工事の関係者は、コミッショニング関係者（CRP）として発注者・運転保守管理者のグループ、設計者のグループ、工事関係者のグループから構成されている。工事監理者がより工事請負者に近いところに位置づけられている点、運転保守管理者が発注者サイドに位置づけられている点などが特徴的である。

一方、コミッショニング管理チームは、性能検証責任者（CA: Commissioning Authority）を統括者として、性能検証を行う各専門分野に明るい性能検証技術者から構成される部隊である。性能検証技術者は、例えば設計経験者、施工経験者、工事経験者などである。コミッショニング管理チームの各員は、公正な検証業務を行う関係上、当該の建設プロジェクトの関係者から独立していること（第三者性）が求められる。なお、コミッショニング管理チームが独自に解析や計測を行って性能検証を行う場合もあるが、設計者や施工者などから解析結果や計測データの提供を受けて、これらの真偽を判断した上で、これらに基づき性能検証を行う場合もある。また、

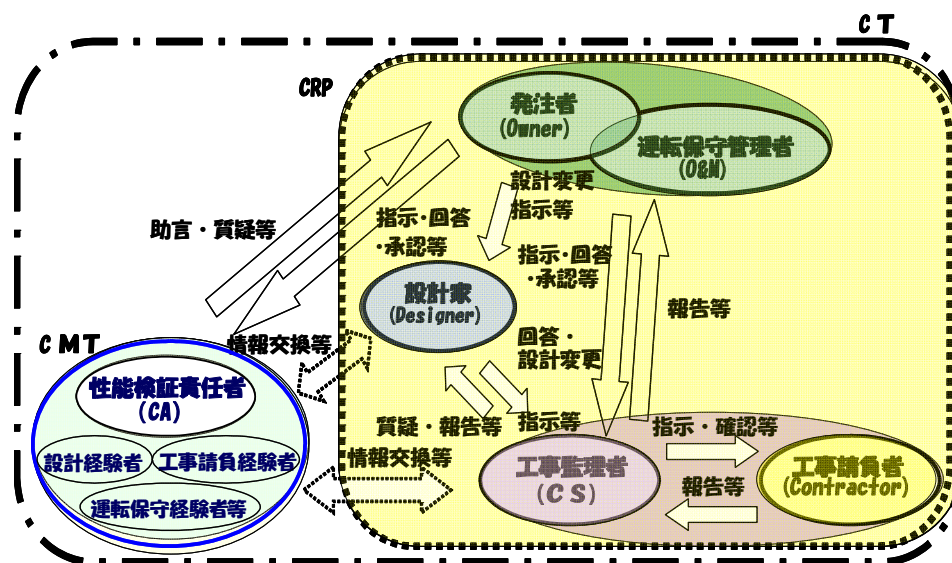


図-4 コミッショニング組織（施工フェーズ）

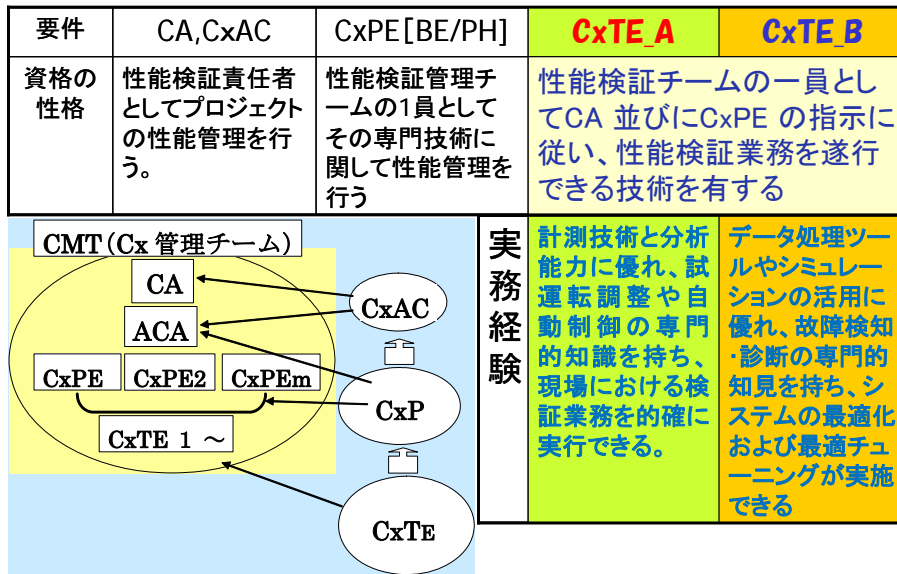


図-5 コミッショニング担当者の定義 (建築設備コミッショニング協会)

コミッショニングに要する費用に関して、オーナー側から直接コミッショニング管理チームに払われる場合もあるが、性能検証業務やその結果への不干渉の契約を確実に結び、一括して施工費に含んだ契約とし、そこから順次支払われる場合もある。

コミッショニングを行う担当者の資格に関しては、米国ではBCA(米国ビルディングコミッショニング協会)やASHRAE(米国冷凍空調協会)などの団体が各種のコミッショニング実施上の資格を規定し、認証を行っている。日本国内では、建築設備コミッショニング協会が資格制

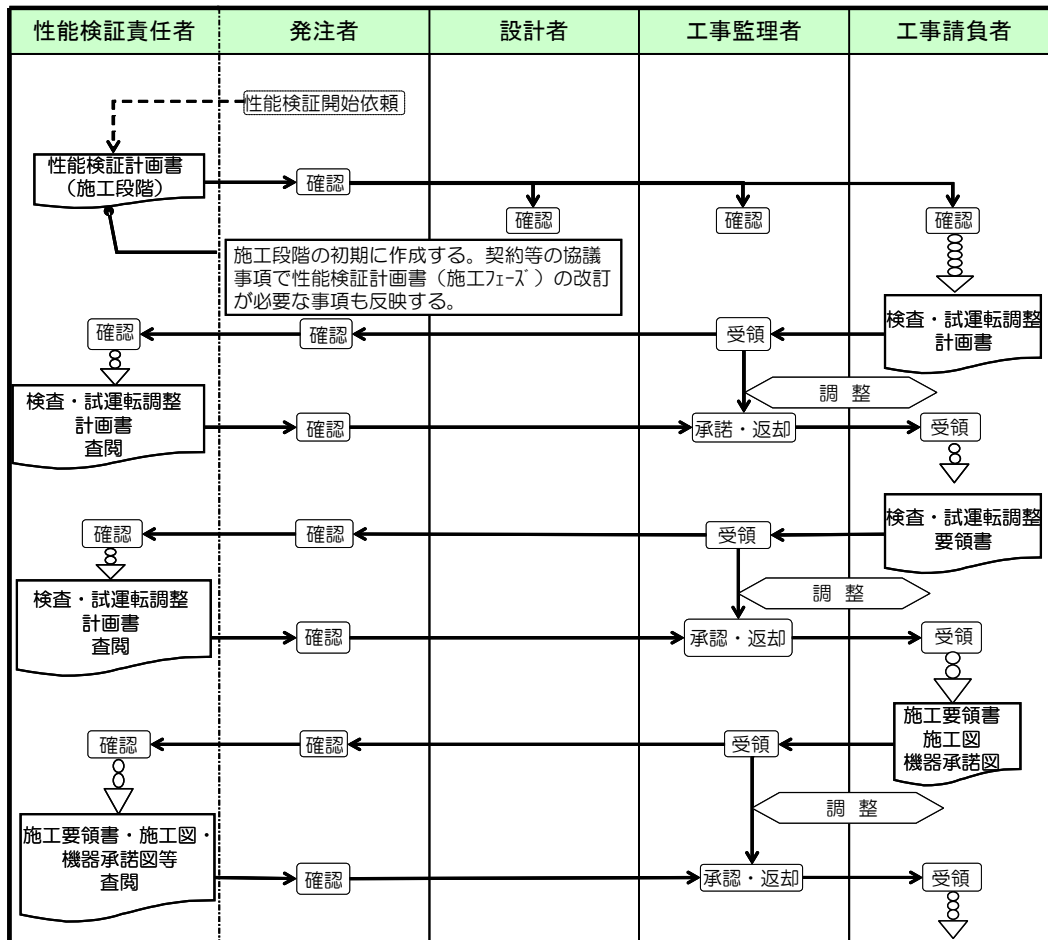


図-6 施工段階の作業フローの一例 (承認・文書化等)

度を定め、数年前より資格認証を行っている。同協会による資格制度の概要を図-5に示す。これらは、性能検証責任者として任命可能な技術、知見、品性を認証するコミッショニング専門技術者(CxPE)の資格、性能検証チームの一員として計測技術や解析技術により性能検証業務を行えるコミッショニング技術者(CxTEA, CxTEB)の資格である。前者のCxPEは国内で約30人程度、後者のCxTEはAB合わせて国内で約100人程度が認証されており、同協会のホームページより参照可能である。

5. コミッショニングのための各種ツール

コミッショニングを行うための各種ツールも各種整備されている。このうち、文書化や実施過程の詳細を解説したマニュアルとしては、「建築設備の性能検証過程の指針」³⁾や「建築設備性能検証マニュアル」¹⁾がある。また、計測方法や得られたデータの処理方法を詳細に解説したマニュアルとしては「室内環境測定マニュアル」⁴⁾や「設備システムに関するエネルギー性能計測マニュアル」⁵⁾がある。文献3における文書化や実施過程の詳細の一例を図-6に示す。各ステップにおける文書の起票や承認の流れが担当者に関連づけて示されている。

また、これらの文書の目次例は参考文献1に示されており、これらに沿って、性能検証の計画の検討や実施、結果の文書化等を行うことにより標準的な一連の性能検証活動ができる。なお、文献1は建築設備コミッショニング協会にて購入できる。文献3~5に関しては、図書自体は絶版になっているため購入できないが、発行元の空調和・衛生工学会の会員用ホームページより無料で

ダウンロードできる。

イニシャルコミッショニングにおける設計内容の妥当性検証やレトロコミッショニングにおけるエネルギー消費のベースラインの確認等にはシミュレーションプログラムが活用される。各学協会等より提供されているLCEMやBEST等のプログラムや気流解析や照明解析などの市販のプログラムも利用されている。

この他、図-7に示す建築設備コミッショニング協会の会員用ホームページから、幾つかの診断ツールやMQCなどの工程管理ツールなど有用なテクニカルツールを始め、関連事例の参考文献が入手できる。

6. あとがき

建築生産における新しい技術動向の1つとして建築設備のコミッショニングに着目し、技術的な調査や事例調査の他、資格取得や実施案件発掘に向けて具体的な取り組みを始めている。CMの下に殆どの工種が分離発注され、契約の範囲しか施工されず、相互の生産品のきちんとした連携・連動の確保が課題となっているのか欧米の建築生産システムである。この下で発展したコミッショニングが、DB(デザインビルド)や総合建設会社による一括の請負などで、「面倒見のよい」建築生産システムが普及している国内の建築生産現場で普及するかどうかの懸念もある。一方、コスト競争やメーカーの台頭により一括請負から分離生産の欧米化の様相も見られ始めている。また、コミッショニング実施による様々な不具合回避や省エネルギーの効果も徐々に認知されつつあり、官庁や大手設計事務所による性能検証の実施要求も始めている。

建築設備の生産に関して、コミッショニング実施の要求が国内で急速に起こることはないかと推察されるものの、一定の備えはしておくべきと考えており、調査や実務的な対応を継続する所存である。

本報では国内における建築設備のコミッショニングの普及状況に関する調査報告の第1報としてコミッショニング技術の概要に関する報告を行った。次報では、総合建設業においてコミッショニングと共存していく上での様々な課題などに関する調査結果を報告する予定である。



図-7 建築設備コミッショニング協会ツール提供ホームページ

参 考 文 献

- 1) 特定非営利活動法人建築設備コミッショニング協会：建築設備性能検証マニュアル, BSCA-M01-Ver. 02, 2010 年 10 月
- 2) ASHRAE: ASHRAE GUIDELINE The Commissioning Process, ASRAE Guideline 0-2005
- 3) 空気調和・衛生工学会：建築設備の性能検証過程指針, SHASE-G 0006-2004, 2005 年 11 月
- 4) 空気調和・衛生工学会：室内環境測定マニュアル, SHASE-M 0006-2005, 2005 年 10 月
- 5) 空気調和・衛生工学会：設備システムに関するエネルギー性能計測マニュアル, SHASE-M 0007-2005, 2006 年 10 月

Investigation Report on Spread Situation of Building Equipment Commissioning in Japan Part 1 Outline of Commissioning Technology for Building Equipment

Yoshimi SUYAMA

Commissioning of building equipment is the technique for verifying the performance of the building equipment which has been developed in Europe and the U.S. in the 1960s, and began to be introduced into Japan from around 1990. The research and development on this technology, application to pioneering buildings, practical employment, and the maintenance of the system have progressed in about 20 years after being introduced into Japan. Moreover, energy saving and the CO₂ emissions-cut effect by proper employment of building equipment using the technique have been observed and recognized, and the signs to refer to and adopt the technique in the public system have also come out in Japan. The writer has been conducting investigation about these trends continuously for several years. This paper reports the outline of the commissioning technique of building equipment as the first report of the results of the investigation.