

「ドキュメント電子化
ソリューションの
環境影響比較」報告書

2008年5月
(株) 富士通研究所

1 一般的事項

1.1 評価実施者

所属機関：(株) 富士通研究所 環境技術研究部

名 前：鈴木 重治

連絡先：shige@labs.fujitsu.com

1.2 報告書作成日

2008 / 05 / 30

2 調査実施の目的

2.1 調査実施の理由

ドキュメントの電子化を図る ICT (Information and Communication Technology) ソリューション (以下、ドキュメント電子化ソリューション) を適用した環境影響を評価し、その環境性能を把握する。

2.2 調査結果の用途

ドキュメント電子化ソリューションを導入した顧客に対し、導入前後の環境性能を把握すると共に、環境改善効果を定量的に提示するための情報提供を行う。

3 調査範囲

3.1 調査対象とその仕様

ドキュメント電子化ソリューションとは、事務マニュアルや各種の規定文書などを電子化し、ペーパーレス化や文書改訂作業の効率化を図るソリューションである (図 3.1-1)。

ドキュメント電子化ソリューションの導入前後で、つぎのように変わった (図 3.1-2)。

従来のドキュメント作成業務の課題：印刷物の配布による従来の業務には次のような課題があった。①配布・公開までに時間がかかる。②運用・物流コストがかかる。③改訂作業が追いつかなくなる。

ドキュメント電子化ソリューションによる解決：XML 関連技術など駆使し、つぎのようなシステムを構築できるようになった。a) 運用コストが安価で済む。b) 従来のドキュメント資産を活かす。c) ドキュメント改訂に迅速対応できる。

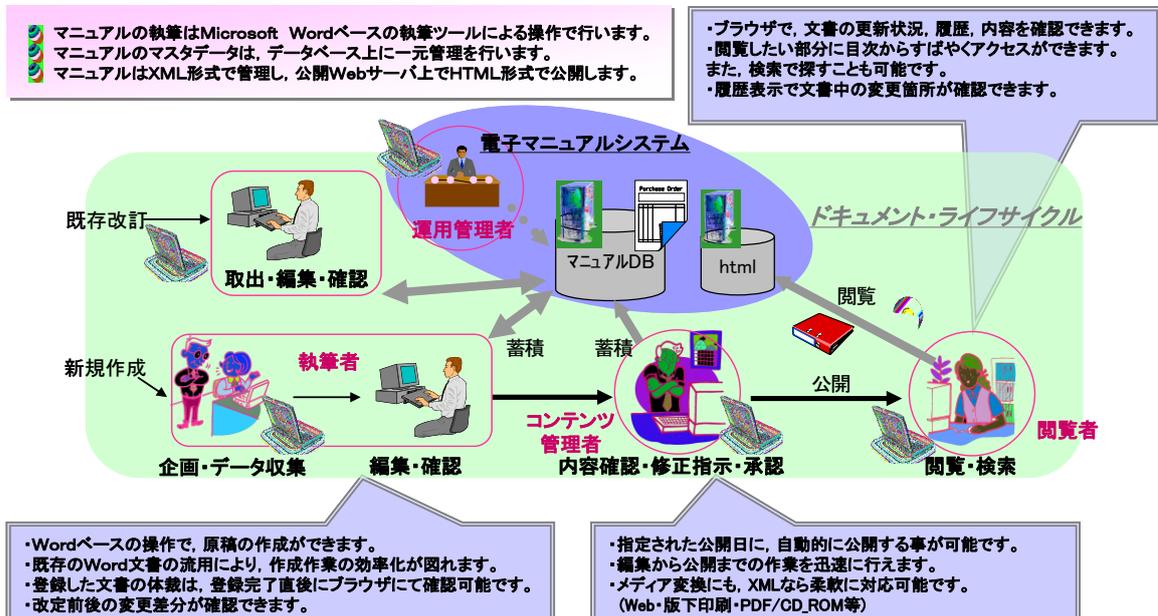


図 3.1-1 ドキュメント電子化ソリューションの概要

従来のドキュメント作成業務の課題

ソリューションの導入前、印刷物の配布による従来の業務には次のような課題があった。

①配布・公開までに時間がかかる

ドキュメントは製本したものを公開するため、校正や印刷が必要になる。また、校正作業中にドキュメントの修正が必要となることがある。このような場合、印刷業者等とのやりとりが煩雑になり、公開までの時間がかかっていた。

②運用・物流コストがかかる

製本されたドキュメントの発送を運送業者に委託した場合、発送する地域や発送量が多いほど費用がかかる。また、オンデマンド印刷でない場合は、印刷物の在庫管理や在庫スペースの管理が必要だった。

③改訂作業が追いつかなくなる

企業で作成されるマニュアルや規定類のドキュメントは、商品内容の変更や年度毎の組織変更、事務処理変更に伴ってドキュメントの改訂作業が頻繁になる。これらの改訂作業が、ドキュメント利用者に周知したい日に追いつかなくなるケースが発生していた。

ドキュメント電子化ソリューションによる解決

XML関連技術など駆使し、つぎのようなシステムを構築できるようになった。

a) 運用コストが安価で済む

ドキュメント作成者自身の操作でWord文書からXML、さらにHTMLまで変換する機能を実装することにより実現する。また、公開まで印刷業者等のやりとりが不要な文書管理ワークフローを実現することで、紙ドキュメント固有(版下作成・製本・発送)のコストを削減できる。

b) 従来のドキュメント資産を活かす

これまでのドキュメント資産を活かせる親和性の高いシステムであり、既存のWord文書やテキスト文書をWordベースの文書作成ツールで取込むことにより、初期の電子化移行作業の負荷を大幅に低減することができる。

c) ドキュメント改訂に迅速対応

ドキュメントの改訂に迅速に対応できるシステムであり、XML形式に文書構造を標準化し、タグ単位に扱えるXMLの特長を活かした、章や節単位のドキュメント修正機能や新旧比較表示機能を実装することにより実現する。

図 3.1-2 ドキュメント電子化ソリューションの特徴

3.2 機能および機能単位

1年間に取り扱うマニュアル1,300冊を1,500部署に配布する際の更新作業とする。

3.3 システム境界

使用から回収・廃棄段階のみ（図3.3-1）。

<評価の条件>

導入前：版下の作成，校正，製本は印刷業者に依頼。物流倉庫に保管し，要求に応じて配送を行っていた。

導入後：印刷業者は介在せず，執筆者がWEB公開まで行う。基本はWEB参照とし，物流倉庫からの配送を大幅に削減した。

<システム境界>

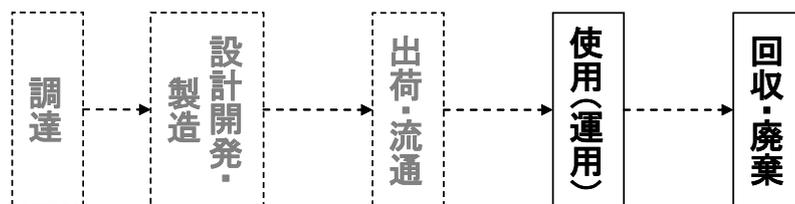


図 3.3-1 ドキュメント電子化ソリューション導入のシステム境界

3.4 特記事項（除外したプロセス・項目等について）

ソリューションの調達，設計開発・製造，出荷・流通段階は調査対象から除外した。

環境影響評価は，資源の消費，人や物の移動，効率化，保管スペース，ICT機器消費電力の各要因に分けて評価する手法¹⁾²⁾に基づいて評価を行った。

4 インベントリ分析

4.1 フォアグラウンドデータ

ソリューション運用における顧客の実測データをヒアリングした調査結果を採用した。

4.2 バックグラウンドデータ

使用段階については，2000年産業連関表より算出した富士通のデータベースを利用し，回収・廃棄段階の紙焼却についてはエコリーフを利用した。

4.3 インベントリ分析対象項目と分析結果一覧表

表 4.3-1, 表 4.3-2 に, ソリューション導入前後のインベントリ分析の対象とした項目と分析結果の一覧を示す。

表 4.3-1 ドキュメント電子化ソリューション導入前の LCI 分析結果

	単位	製造		物流	使用	廃棄		
		素材	製品					
消費エネルギー		MJ	-	-	-	-		
		Mcal	-	-	-	-		
インベントリ分析	消費負荷	エネルギー資源	石炭	kg		7.65E+05	5.80E-01	
			原油(燃料)	kg		6.63E+05	6.99E-01	
			天然ガス	kg		2.06E+05	2.90E-01	
		枯渇資源	鉱物資源	ウラン鉱石(U)	kg			3.92E-05
				原油(原料)	kg			0
				鉄鉱石(Fe)	kg		1.17E+05	0.00E+00
				銅鉱石(Cu)	kg			0.00E+00
				ボーキサイト(Al)	kg			0.00E+00
				ニッケル鉱石(Ni)	kg			0.00E+00
				クロム鉱石(Cr)	kg			0.00E+00
				マンガン鉱石(Mn)	kg			0.00E+00
				鉛鉱石(Pb)	kg			0.00E+00
				錫鉱石(Sn)	kg			0.00E+00
				亜鉛鉱石(Zn)	kg			0.00E+00
				金鉱石(Au)	kg			0.00E+00
	銀鉱石(Ag)	kg			0.00E+00			
	環境排出負荷	再生可能資源	砂	kg			0.00E+00	
			岩塩	kg	-	-	-	0.00E+00
			石灰石	kg				9.45E-01
			Soda ash(天然ソーダ灰)	kg	-	-	-	0.00E+00
			木材	kg	-	-	-	0.00E+00
		水	kg	-	-	-	5.00E+02	
		大気へ	CO2	kg			5.53E+06	5.05E+00
			SOx	kg			7.27E+03	5.14E-02
			NOx	kg			1.04E+04	9.67E-02
			N2O	kg				8.11E-05
			CH4	kg				1.05E-04
			CO	kg	-	-	-	1.41E-02
			NMVOOC	kg				2.05E-04
			CxHy	kg	-	-	-	3.07E-05
dust			kg				5.13E-03	
BOD	kg		-	-	-	3.27E+05	0.00E+00	
水域へ	COD	kg			2.83E+05	0.00E+00		
	T-P	kg			2.20E+03	0.00E+00		
	T-N	kg			2.25E+04	0.00E+00		
	SS	kg	-	-	-	2.25E+05		
土壌へ	不特定固形廃棄物	kg				1.70E-03		
	スラグ	kg				0.00E+00		
	汚泥類	kg				0.00E+00		
	低放射性廃棄物	kg	-	-	-	2.74E-05		

表 4.3-2 ドキュメント電子化ソリューション導入後の LCI 分析結果

			単位	製造		物流	使用	廃棄	
				素材	製品				
消費エネルギー			MJ	-	-	-	-	-	
			Mcal	-	-	-	-	-	
インベントリ分析	消費負荷	枯渇資源	エネルギー資源	石炭	kg			2.61E+05	2.90E-01
			原油(燃料)	kg				2.12E+05	3.50E-01
			天然ガス	kg				7.17E+04	1.45E-01
			ウラン鉱石(U)	kg					1.96E-05
			原油(原料)	kg					0
			鉄鉱石(Fe)	kg				3.90E+04	0.00E+00
		銅鉱石(Cu)	kg					0.00E+00	
		ボーキサイト(Al)	kg					0.00E+00	
		ニッケル鉱石(Ni)	kg					0.00E+00	
		クロム鉱石(Cr)	kg					0.00E+00	
		マンガン鉱石(Mn)	kg					0.00E+00	
		鉛鉱石(Pb)	kg					0.00E+00	
		錫鉱石(Sn)	kg					0.00E+00	
		亜鉛鉱石(Zn)	kg					0.00E+00	
		金鉱石(Au)	kg					0.00E+00	
		銀鉱石(Ag)	kg					0.00E+00	
		砂	kg					0.00E+00	
		岩塩	kg	-	-	-		0.00E+00	
	石灰石	kg					4.72E-01		
	Soda ash(天然ソーダ灰)	kg	-	-	-		0.00E+00		
	再生可能資源	木材	kg	-	-	-		0.00E+00	
	水	kg	-	-	-		2.50E+02		
	環境排出負荷	大気へ	CO2	kg				1.85E+06	2.53E+00
			SOx	kg				2.42E+03	2.57E-02
			NOx	kg				3.34E+03	4.84E-02
			N2O	kg					4.05E-05
			CH4	kg					5.25E-05
CO			kg	-	-	-		7.03E-03	
NMVOOC			kg					1.03E-04	
CxHy			kg	-	-	-		1.53E-05	
dust			kg					2.57E-03	
BOD			kg	-	-	-		1.09E+05	0.00E+00
水域へ		COD	kg				9.46E+04	0.00E+00	
		T-P	kg				7.37E+02	0.00E+00	
		T-N	kg				7.53E+03	0.00E+00	
		SS	kg	-	-	-	7.54E+04		
		不特定固形廃棄物	kg					8.52E-04	
土壌へ		スラグ	kg					0.00E+00	
		汚泥類	kg					0.00E+00	
		低放射性廃棄物	kg	-	-	-		1.37E-05	

5 インパクト評価

5.1 対象とした評価ステップと影響領域

インパクト評価は日本版被害算定型影響評価手法 LIME2 を利用し、特性化、被害評価、統合化の3ステップについて評価を実施した。各ステップにおいて評価対象とした影響領域について表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 評価対象とした環境影響領域と評価ステップ

	特性化	被害評価	統合化
資源消費 (エネルギー)	○	○	○
資源消費 (鉱物)	○	○	○
地球温暖化	○	○	○
都市域大気汚染	—	○	○
オゾン層破壊			
酸性化	○	○	○
富栄養化	○	○	○
光化学オキシダント			
廃棄物	○	○	○
人間毒性			
生態毒性			
室内空気質	—		
土地利用	※	※	※

※：LIME計算シートでは非対応

—：LIMEの係数なし

5.2 インパクト評価結果

5.2.1 特性化

ドキュメント電子化ソリューション導入前後の特性化結果として、資源エネルギー消費と資源鉱物消費、酸性化と富栄養化に関する結果を図 5.2-1～図 5.2-4 に示す。

資源エネルギー消費および資源鉱物消費、酸性化および富栄養化とも、ソリューション導入前に比べ導入後の方が優位であることが示された。これはソリューション導入により、紙消費量の削減、WEB 参照による移動量の削減、効率化向上によるエネルギー消費の削減効果が反映した結果と考えられる。

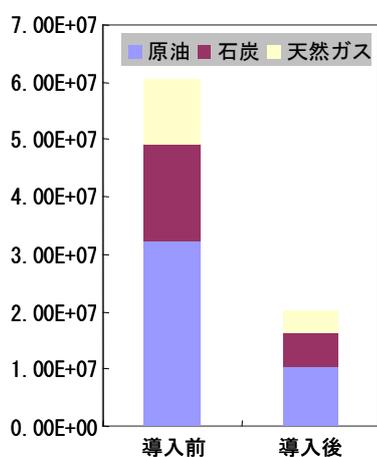


図 5.2-1 特性化結果(資源エネルギー消費)

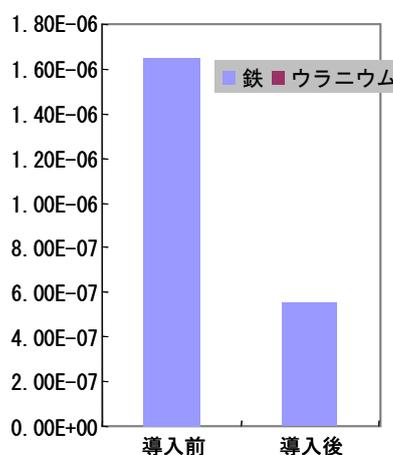


図 5.2-2 特性化結果(資源鉱物消費)

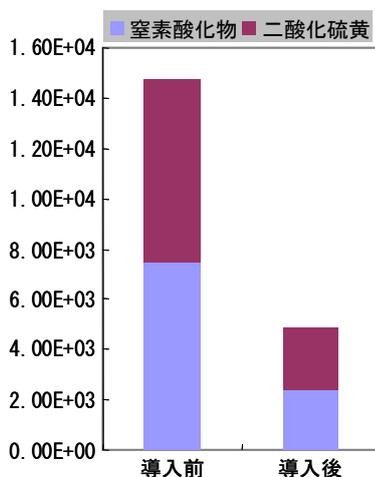


図 5.2-3 特性化結果(酸性化)

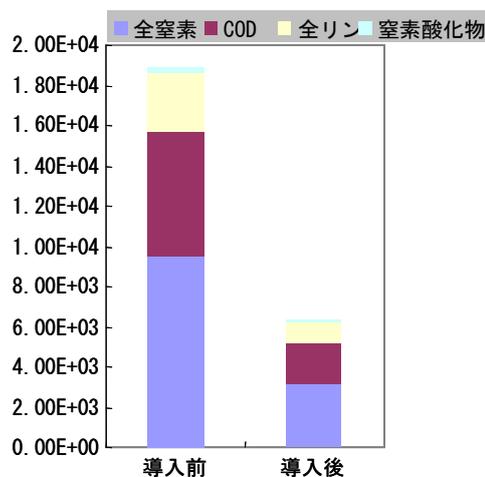


図 5.2-4 特性化結果(富栄養化)

5.2.2 被害評価

図 5.2-5～図 5.2-8 に 4 つの保護対象に対する被害評価結果（物質別内訳）を示す。

人間健康，社会資産，一次生産，生物多様性のいずれもソリューション導入後は大幅に削減される。人間健康は CO₂，Sox 削減の影響が大きく，社会資産では CO₂，原油に加えて全リン，全窒素も半減する。これらは紙消費量の削減，WEB 参照による移動量の削減，効率化向上によるエネルギー消費の削減が影響していると考えられる。一次生産および生物多様性では，紙消費量の削減，効率化向上に由来する石炭消費の削減と考えられる。

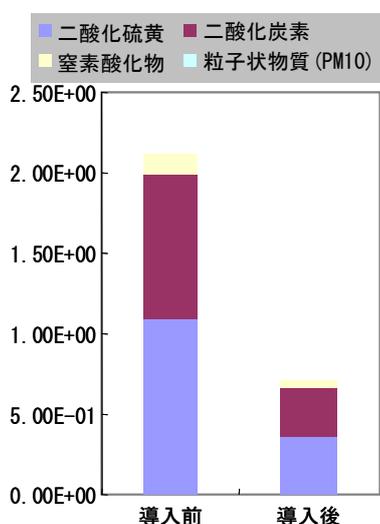


図 5.2-5 被害評価結果(人間健康)

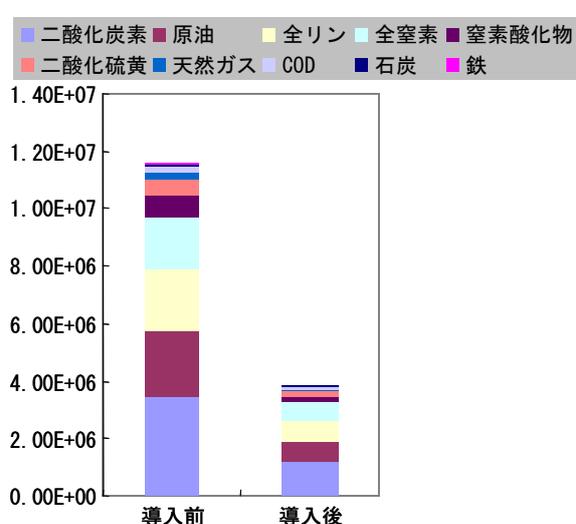


図 5.2-6 被害評価結果(社会資産)

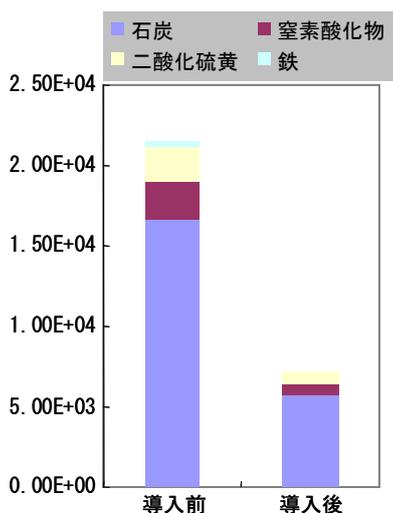


図 5.2-7 被害評価結果(一次生産)

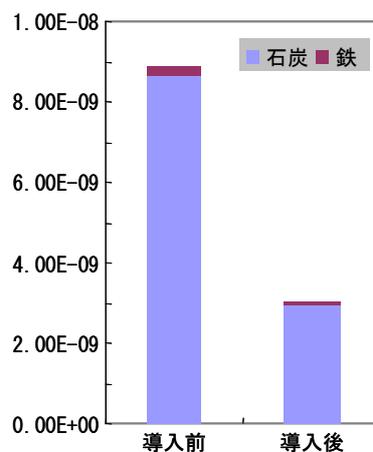


図 5.2-8 被害評価結果(生物多様性)

5.2.3 統合化

図 5.2-9 にドキュメント電子化ソリューション導入前後の統合化結果（物質別）を示す。物質の環境影響としては、導入前後に共通して影響割合が大きい項目は、CO₂、SO_x の排出であり、各々全体の約 7 割を占める。これも、ソリューション導入後に紙消費量の削減、効率化向上によるエネルギー消費量削減の効果が全体の影響削減に寄与したと考えられる。

また、図 5.2-10 には影響領域別の内訳を示す。導入前後に共通して、地球温暖化と都市大気汚染の影響が大きい。導入後の大幅な削減は、紙消費量の削減とエネルギー消費量の削減による抑制効果に基づく。

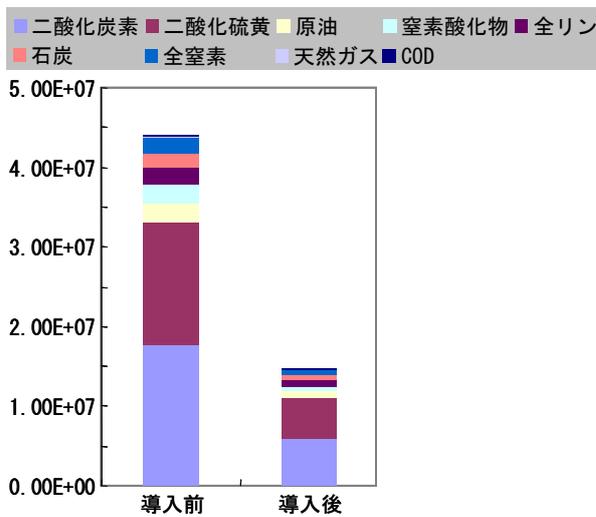


図 5.2-9 統合化結果(物質別)

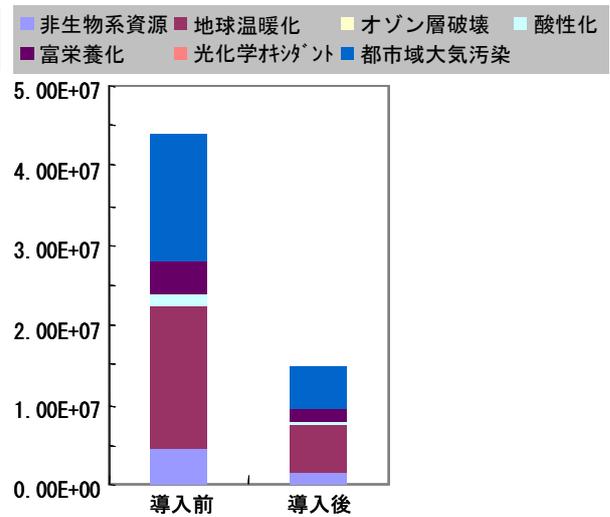


図 5.2-10 統合化結果(影響領域別)

6 結論

6.1 調査結果のまとめ

ドキュメント電子化ソリューションを導入した顧客において、1年間に取り扱うマニュアル 1,300 冊を 1,500 部署に配布する際の更新作業について環境影響の評価を行った結果、導入前に比べ導入後の方が大幅に優位であることが示された。これはソリューション導入により、紙消費量の削減、WEB 参照による移動量の削減、効率化向上によるエネルギー消費の削減効果が反映した結果と考えられる。

特性化では、導入前後に共通して、紙消費量の削減、WEB 参照による移動量の削減、効率化向上によるエネルギー（原油、石炭）消費、CO₂、SO_x の排出による影響割合が大きい。

被害評価では、導入前後に共通して、人間健康は CO₂、SO_x の排出削減による温暖化と都市域大気汚染に影響を与え、社会資産は CO₂ 削減と原油の消費削減が非生物系資源消費、温暖化、富栄養化の削減となる。一次生産および生物多様性では石炭の消費削減による影響が顕著で非生物系資源消費の削減の要因である。

統合化では、導入前後に共通して、CO₂、SO_x の排出削減が温暖化と都市大気汚染の削減となり、これらは紙消費量削減とエネルギー消費量の削減による抑制効果を反映している。

6.2 限界と今後の課題

今回の評価は、ドキュメント電子化ソリューションを導入した顧客に対し、導入前後の環境性能を把握すると共に、環境改善効果を定量的に提示するための情報提供を行うことを目的としたため、評価対象とするプロセスを使用から回収・廃棄段階のみとした。

一般に、ソリューション全体のライフサイクル（調達、設計開発・製造－出荷・流通、使用、回収・廃棄）のうち、使用段階が最も環境影響の大きくなる例が多い。今回の評価結果も全体のライフサイクルの結果傾向と概ね合致するものと考えられる。

しかし厳密には、ソフトウェアの設計開発・製造にかかる工数や回収・廃棄サイクルを定義し、按分するための検討が別途必要である。また、今回はサーバや PC など ICT 機器使用による消費電力と紙焼却を評価しているものの、機器の素材や製造を含めていないため素材に含まれる化学物質類についての調査も行っていない。機器の素材や製造に重点をおいた評価を行う場合には、評価結果に与える影響度は大きく、評価対象の網羅性としては十分であるとはいえない可能性がある。評価の目的に応じ、十分に注意する必要がある。

参考文献

- 1) 松野康也ほか編（2007）：IT 社会を環境で測る，（社）産業環境管理協会
- 2) 鈴木重治ほか（2007）：LIME を用いた ICT ソリューションの環境負荷評価，第 16 回日本エネルギー学会大会講演要旨集，pp.382-383