

## インドネシア

### ワイ・ラレム灌漑事業（第1・2・3・4期）

評価報告： 2002年10月

現地調査： 2001年8月

#### 1. 事業概要と円借款による協力



サイト地図



幹線水路

#### 1.1 背景

##### <第1・2・3期>

第1次(1969/70年～1973/74年)及び第2次(1974/75年～1978/79年)開発5ヵ年計画において、インドネシア政府は農業開発に重点を置いていた。農業開発は、主食である米の輸入による外貨流出を節減するだけでなく、輸出商品の開発という点からも必要不可欠であった。米の増産や水田開発を目的とした数多くの灌漑事業が同期間に実施されており、第3次開発5ヵ年計画(1979/80年～1983/84年)においても引き続き農業開発に重点が置かれていた。同開発計画では、特に以下の点を優先していた：

- 灌漑施設の改善及び水路の建設
- 新規灌漑網開発計画
- 沼沢地開発計画

本事業対象地域であるランボン州ワイ・ラレムは、インドネシアの入植ブームに際して農業地帯として開発された地域である。同地域に住む住民の大半が1965年から75年にかけてジャワ島から移住してきた入植者である。これらの入植者は、かつてジャワ島で稲作農業を営んでいた農民で、新規開発された土地においても水田を開発しようという強い意志をもっていた。同地域において、最も稲作農業に適した自然・地形環境の整った地域を対象に必要な灌漑施設が建設されることが期待されていた。

##### <第4期>

第5次開発5ヵ年計画(1989/90年～1993/94年)において、既存灌漑施設の維持・改修は今まで

になく重要であると考えられていた。同開発計画において、全国を対象とした 500,000ha の新規灌漑開拓及び 8,400,000ha の既存施設の維持・改修が目標値として設定されていた。

審査当時、ワイ・ラレム灌漑事業の第 1 期・第 2 期事業はすでに完了しており、第 3 期事業が進行中で、1992 年 3 月の完成を予定していた。

第 3 期事業の完成後、灌漑施設は中央政府機関の水資源開発総局（DGWRD）からランボン州政府に引き継がれる計画であった。しかし、第 4 期事業実施以前のワイ・ラレム灌漑施設は、当時の O&M 機関であった DGWRD の予算不足のため、効果的な運用がなされていなかった。1980 年代後半において、石油価格の下落によりインドネシア政府の財源が大幅に縮小したため、DGWRD は灌漑施設のメンテナンスに係る予算を十分に確保できなかった。その結果、第 1 期・第 2 期事業で建設された施設の一部が劣化し、水路の灌漑用水が減少していた。

## 1.2 目的

### < 第 1・2 期 >

ラレムダム及び水路施設からの供給水を利用し、ワイ・ラレムの右岸に開拓された 22,000ha の水田において年間を通じた灌漑農業を定着させるもの。

### < 第 3 期 >

22,000ha の水田において年間を通じた灌漑稲作農業を定着させるべく、幹線・第 2 次・第 3 次水路の建設を含む灌漑施設網の改善を行うもの。

### < 第 4 期<sup>1</sup> >

ワイ・ラレム灌漑事業（第 1～3 期）により建設された灌漑施設の機能を維持し、事業の便益を将来にわたって確保するために同灌漑施設の修復、アップグレード及び維持管理用機器の調達等を行うもの。

## 1.3 事業範囲

### < 第 1 期 >

ワイ・ラレム灌漑ダムの建設  
幹線水路上流部分の建設（5.4km）  
追加工事（アクセス道路、事務所等）

### < 第 2 期 >

幹線水路上流部分以外の建設（59.4km）  
第 2 次水路の建設（159.3km）  
第 3 次水路の建設（9,500ha）

### < 第 3 期 >

---

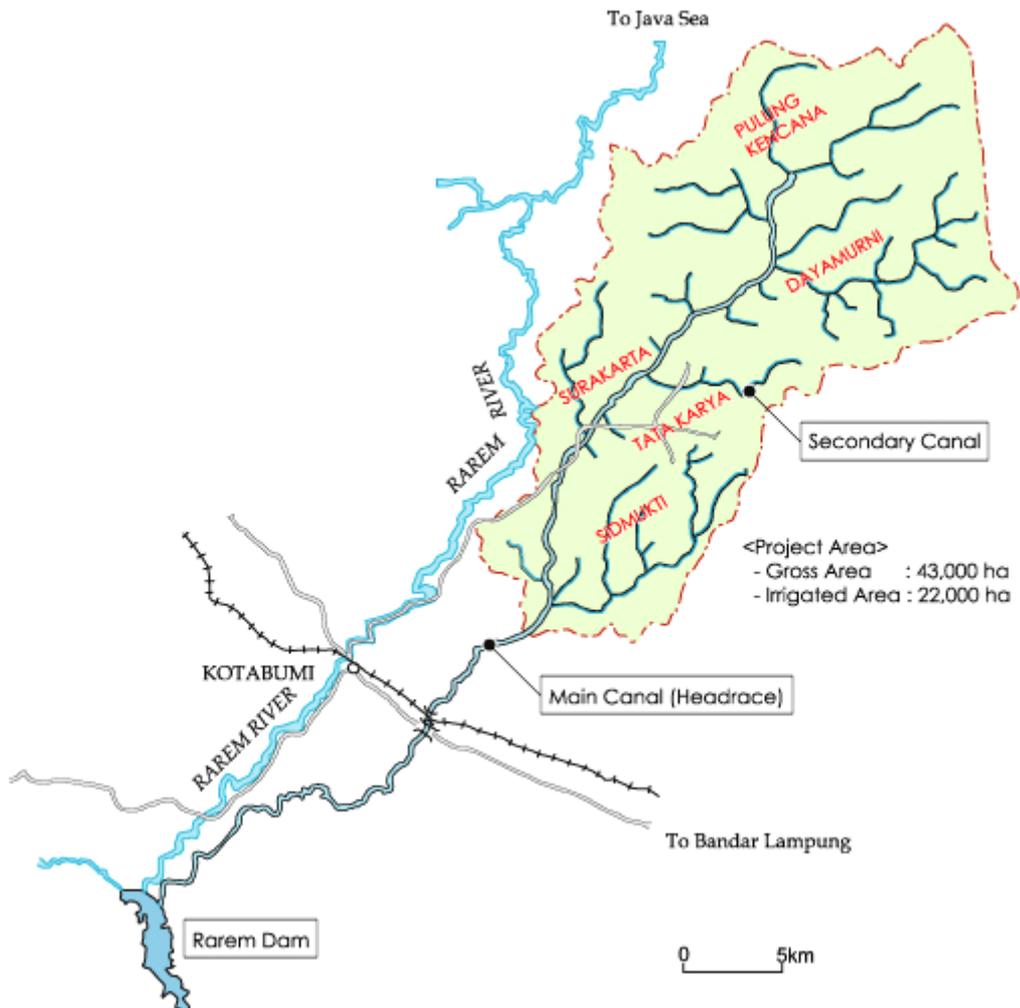
<sup>1</sup> 第 4 期事業は第 1～3 期で建設された既存施設の補強を目的としていた。

第2次水路の建設 (35.2km)  
第3次水路の建設 (12,675ha)  
O&M 施設・機材の調達  
コンサルティング・サービス

< 第4期 >

既存灌漑施設の改修・更新、水路ライニング (幹線水路：13km、第2次水路：23km、第3次水路：20km) 排水の改善 (60km) 等  
O&M のための訓練  
O&M 機材の調達  
コンサルティング・サービス

図1：事業サイト地図



## 1.4 借入人/実施機関

インドネシア国政府/ 居住・地域インフラ省水資源総局(DGWR)(旧公共事業省水資源開発総局)

## 1.5 借款契約概要

円借款承諾額	第1期	7,365 百万円
	第2期	10,245 百万円
	第3期	3,027 百万円
	第4期	1,623 百万円
	合計	22,260 百万円
実行額	第1期	7,361 百万円
	第2期	9,154 百万円
	第3期	2,034 百万円
	第4期	1,558 百万円
	合計	20,107 百万円
交換公文締結	第1期	1978年12月
	第2期	1979年11月
	第3期	1987年12月
	第4期	1991年9月
借款契約調印	第1期	1979年3月
	第2期	1980年5月
	第3期	1987年12月
	第4期	1991年9月
借款契約条件		
金利	第1期	2.75%
	第2期	2.50%
	第3期	3.00%
	第4期	2.60%
返済期間(据置期間)	第1期	30年(10年)
	第2期	
	第3期	
	第4期	
調達	第1期	部分アンタイト
	第2期	
	第3期	
	第4期	一般アンタイト (コンサルティング・サービスは部分アンタイト)
貸付完了	第1期	1984年9月
	第2期	1987年11月
	第3期	1992年12月
	第4期	1997年10月

## 2. 評価結果

### 2.1 計画の妥当性

第1期～第3期事業は第1次～第3次開発5ヵ年計画（1969/70年～1983/84年）において、優先順位の高い事業であった。これらの計画は、米の増産、食糧自給の改善、農民所得の向上等を目的としていた。続いて第4期事業が既往事業で建設された施設の改修・更新のために実施された。同事業の目的は、22,000haの灌漑地域における施設機能の維持であった。

以上から、本事業の目的は事業審査時において妥当なものであったと考えられる。また、本事業目的は、効率的で効果的な灌漑農業を目指す現在の政府政策に沿ったものであり、その妥当性は現在も維持されている。

### 2.2 実施の効率性

#### 2.2.1 事業範囲

工事現場における実際の地形・土地条件に合わせて幾つかの小規模な設計変更が行われ、追加工事が各事業に追加された。しかしながら、全体的な事業スコープは計画どおり完成した。

#### 2.2.2 工期

第1期事業は多少の遅延を除いてほぼ計画どおりに完了した。事業事務所によると、建設業者のパフォーマンスが悪かったため、第2期事業の完成は計画より2.5年遅延した。第3期事業は計画より5ヶ月遅れて完了した。また、第4期事業は計画より1年遅れて完了した。

1978年に設定された計画工期において、全事業は1979年から1990年の間に完了する計画であった。上記のように工期の遅れはあったものの、ダムや幹線・第2次水路のような主要施設はほぼ計画どおり、1979年から1985年の間に完成した。

#### 2.2.3 事業費

表1に各事業における事業費及び借款供与額の計画と実績の比較を示す。

表1：事業費及び借款供与額の計画と実績の比較（百万円）

	Package I		Package II		Package III		Package IV		Total	
	Orgnl.	Actual	Orgnl.	Actual	Orgnl.	Actual	Orgnl.	Actual	Orgnl.	Actual
Foreign Currency	6,373	6,726	7,313	7,180	2,138	1,480	1,089	1,504	16,913	16,919
Local Currency	3,681	5,565	9,767	2,203	889	607	844	159	15,181	8,445
Total Cost	10,054	12,291	17,080	9,383	3,027	2,087	1,933	1,663	32,094	25,364
Loan Disbursement	7,365	7,361	10,245	9,154	3,027	2,034	1,623	1,558	22,260	20,107

出典：DGWRD

事業費（25,364 百万円）及び借款供与額（20,107 百万円）の実績は、当初の見積りである 32,094 百万円及び 22,260 百万円よりもそれぞれ少なく収まった。事業全体としては、外貨分に多少のコストオーバーランが見られた一方、内貨分はコストアンダーランとなった。各事業を見てみると、第 1 期事業においてコストオーバーランが見られたが、この事業費超過分は第 2 期事業のコストアンダーランにより相殺されている。これは、両事業が同時進行していたため、事業費の再配分が可能だったためである。

## 2.3 効果（目的達成度）

### 2.3.1 農業パフォーマンス

#### （1）土地開発

土地開拓（用地整備及び農地開発）及び末端圃場整備は本事業に含まれていなかった。これらは、当時のインドネシア政府の政策に基づき、農業省の協力・指導のもと、村落へ食糧・補助金の支給などを与えることにより、農民自らの手で実施された。当時、22,000ha の土地が水田に開発されるまで、土地開発が続けられる計画であった。

土地開発は 1997 年に完了した。計画値である 22,000ha に対して、同年の水田開発面積は 20,180ha であった（計画値の 92%）。

表 2：水田開発の進捗状況（ha）

1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997 -- 2000
802	1,429	3,897	7,009	8,208	10,500	12,103	14,277	15,975	17,705	18,561	19,239	20,127	20,180

出典：ワイ・ラレム O&M 事業事務所

#### （2）作付面積

表 3 に本事業における年間作付面積の計画と実績を示す。当初計画では、雨期に 22,000ha、乾期に 11,400ha（合計 33,400ha）の年間作付面積が事業完成後 9 年以内に達成されることが期待されていた。工事の進捗に併せて 1992/93 年まで農地が開発中であったため、ワイ・ラレム O&M 事業事務所は 1992 年まで年間の作付面積に対する計画値を設定していなかった。同年に第 3 期事業が完成して以降、事業事務所は作付面積の年間計画値を設定した。

1992 年まで水田作付面積は着実に増加していたが、93 年に減少し始め、作付面積の実績は計画値を維持することができなくなった。例年になく長期にわたる乾期が続いた 1997 年には、計画値に対する作付面積の達成率が過去最低の 47%まで落ち込んだ。

1997 年以降、達成率は徐々に増加し、2000 年には 87%まで回復した。しかし、ワイ・ラレム O&M 事業事務所は、2000 年における計画作付面積を 1992 年水準<sup>2</sup>まで引き下げていることに注意しなくてはならない。つまり、2000 年における作付面積の達成率は当初計画と比較した場合、わずか 58%（19,417ha～33,400ha）である。また、1992 年から 2000 年まで（1994 年を除く）の乾期における平均作付面積は 6,261ha であり、これは乾期における計画値の達成率で見ると、約 55%でしかない。

<sup>2</sup> 1993 年及び 94 年の年間作付面積の計画値は、農民との協議なしでワイ・ラレム O&M 事業事務所により設定された。しかし、1995 年以降は、同事務所に報告される各農民の計画年間作付面積をまとめることによって年間作付面積の計画値が設定されるようになった。

表 3 : 水田作付面積

Package I completed      Package II completed

			1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
ACTUAL	Wet Season	ha	802	1,429	3,899	7,009	8,208	10,500	12,103	14,277	15,975
	Dry Season	ha	--	--	--	5,250	6,172	7,576	7,457	7,167	8,385
	Total	ha	802	1,429	3,899	12,259	14,380	18,076	19,560	21,444	24,360

Package III completed

Package IV completed

Main Canal Sliding

Long Dry Season

			1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PLAN	Wet Season	ha	17,705	18,561	19,239	19,346	17,882	18,052	19,099	14,028
	Dry Season	ha	7,087	--	8,071	9,351	9,075	8,776	9,873	8,400
	Total (B)	ha	24,792	18,561	27,310	28,697	26,957	26,828	28,972	22,428
ACTUAL	Wet Season	ha	17,705	11,783	12,075	11,480	6,455	10,300	11,100	12,158
	Dry Season	ha	6,195	2,400	5,200	4,468	6,289	4,925	7,374	7,259
	Total (A)	ha	23,900	14,183	17,275	15,948	12,744	15,225	18,474	19,417
Achievement Ratio (A)/(B)	%	96	76	63	56	47	57	64	87	

出典：ワイ・ラレム O&M 事業事務所

備考：1994 年の乾期になる直前、幹線水路に地すべりが生じたため、水路が 2 月から 3 月の間閉鎖された。  
そのため、ワイ・ラレム O&M 事業事務所は 1994 年の乾期における計画値を設定していない。

図 4 に 1992 年から 2000 年にかけての本事業対象地域における Palawija（乾期の雑穀）の作付実績を示す。事業審査段階においてキャッサバの栽培は計画されていなかったが、1993 年以降、キャッサバは作付面積において主要な 2 次農作物となっている。

表 4 : 事業対象地域におけるその他の農産物（Palawija）の作付面積

Package III completed

Package IV completed

Main Canal Sliding

Long Dry Season

		Plan	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Maize (Corn)	Ha	3,600	3,750	3,000	2,000	3,500	4,100	4,000	4,000	4,000
Soybeans	Ha	3,500	--	--	--	--	--	--	--	--
Peanut	Ha	3,500	2,500	3,000	3,500	4,000	4,200	4,200	4,225	4,300
Singkong (Cassava)	Ha	0	1,750	7,000	11,000	6,500	6,500	5,250	4,750	6,450
Total	Ha	10,600	8,000	13,000	16,500	14,000	14,800	13,450	12,975	14,750

出典：ワイ・ラレム O&M 事業事務所

上記の2次農作物は、灌漑用水が安定して供給されていないワイ・ラレム川下流域を中心に主要な作付作物となった。2002年5月に行った現地調査では、Pulung Kencana村やDaya Murni村などの下流域において2次農作物を栽培している農民から、灌漑用水の供給が不安定なため、稲作栽培を断念したとの報告を受けた。なお、稲作は経済的な利益が高いため、彼ら農民は十分な灌漑用水が確保できれば稲作栽培を選択している。

ワイ・ラレム O&M 事業事務所の事業責任者によると、灌漑用水の問題は以下の要因によるものと推測されている：

- ・貯水池の土砂堆積が予想以上に増大しており、貯水量を減少させていること。
- ・予測よりも大きな漏水（幹線、第2次、第3次水路）が生じていること。
- ・予測よりも大量の用水量が必要とされていること。

これらの問題の詳細については、2001年に円借款により実施された WATSAL（水資源セクター構造調整ローン）フィードバック調査<sup>3</sup>も参照し、2.5.4「事業の持続性・自立発展性」において述べることとする。

### (3) 米の単収・生産性

米の単収は1991年以降徐々に改善されている。2000年における米の年平均単収は雨期で4.2トン/ha、乾期で4.1トン/haである。それぞれの計画値に対する達成率は、雨期93%、乾期82%となっている。

表5：米の平均単収

		Plan	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Wet Season	t/ha	4.5	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.9	4.1	4.5	4.5	4.2
Dry Season	t/ha	5.0	2.5	2.5	2.6	2.7	2.9	3.2	3.2	3.5	3.6	4.1

出典：ワイ・ラレム O&M 事業事務所

### 2.3.2 EIRR の再計算

事業審査時において、EIRR は11.4%と算出されていた。事業費の実績や便益に係る適切なデータがないため、本評価においてEIRRの再計算は行うことができない<sup>4</sup>。

<sup>3</sup> 灌漑事業に対するフィードバック調査は、完成した灌漑事業の経済的、技術的、社会的効果をレビューし、将来の灌漑事業における効率・効果を改善するための教訓を引き出すため円借款により実施された。

<sup>4</sup> WATSAL フィードバック調査において、2001年価格に調整した数値を用いてEIRRが再計算された結果、概ね5.0%と算出された。実際の達成率を考慮に入れた場合、EIRRの実績値は5%よりも低くなるものと推測される。

## 2.4 インパクト

### 2.4.1 農民所得の増大

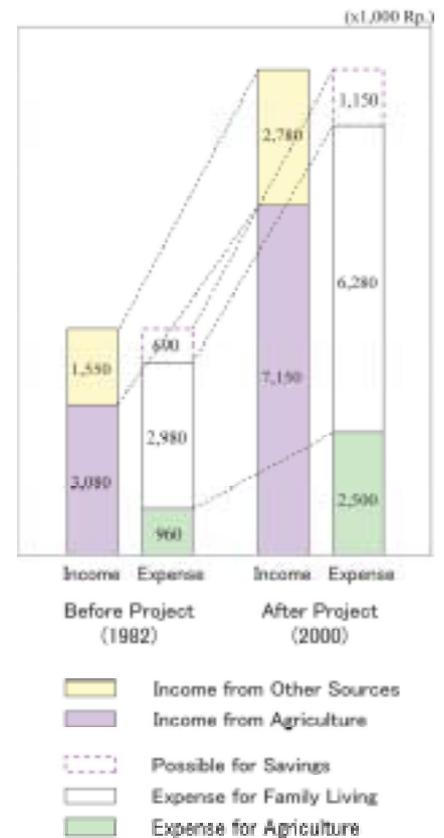
本事業の上位目標である地域における生活水準向上の一部として、農民所得の増大が期待されていた。図2は受益者インタビュー調査<sup>5</sup>から得られた事業実施前後の「農民の平均収入・支出状況」を示したものである。図に見られるように、総収入が全体でおよそ214%<sup>6</sup>増加しており、農業収入が主要な収入源となっている。その結果、農民の貯蓄可能数は平均で167%増加した。

### 2.4.2 環境へのインパクト

#### (1) 土取場

幹線及び第2次水路に沿って堤防用の土を掘削した広幅で深淵な土取場がある。事業審査時において、これらの土取場で水難事故が起こることが懸念されていた。事業職員から地域住民に注意が呼びかけられたにもかかわらず、14人の子供が溺死したと報告されている。安全に係る十分な対策を行うことは、本事業にとって必要不可欠な条件であった。この問題を除いて、水質低下などの環境に対する悪影響はワイ・ラレム O&M 事業事務所にて確認されていない。

図2：農民の平均収入・支出状況



## 2.5 持続性・自立発展性

### 2.5.1 運用・維持管理機関

#### (1) ダム及び幹線・第2次水路

インドネシア政府は現在、農民に対する権限の譲渡、施設の運用管理責任の移管を通じて灌漑管理を改善するため、灌漑管理政策改革を実行中である。灌漑管理に係る地方分権化及び大統領令第3号(1999年)に沿い、灌漑施設に係るO&M責任が徐々に中央政府から州・地区政府及びWUA(水利組合)に移管され始めている。

2001年8月時点において、ダムや幹線・第2次水路等の施設に係る運用・維持管理(O&M)は、ランボン州政府の事務所であるランボン州水資源局(Dinas Pengairan Lampung Province)管轄下のワイ・ラレムO&M事業事務所<sup>7</sup>が担当している。図3に示すように、O&M事業事務所の各支局(Ranting)

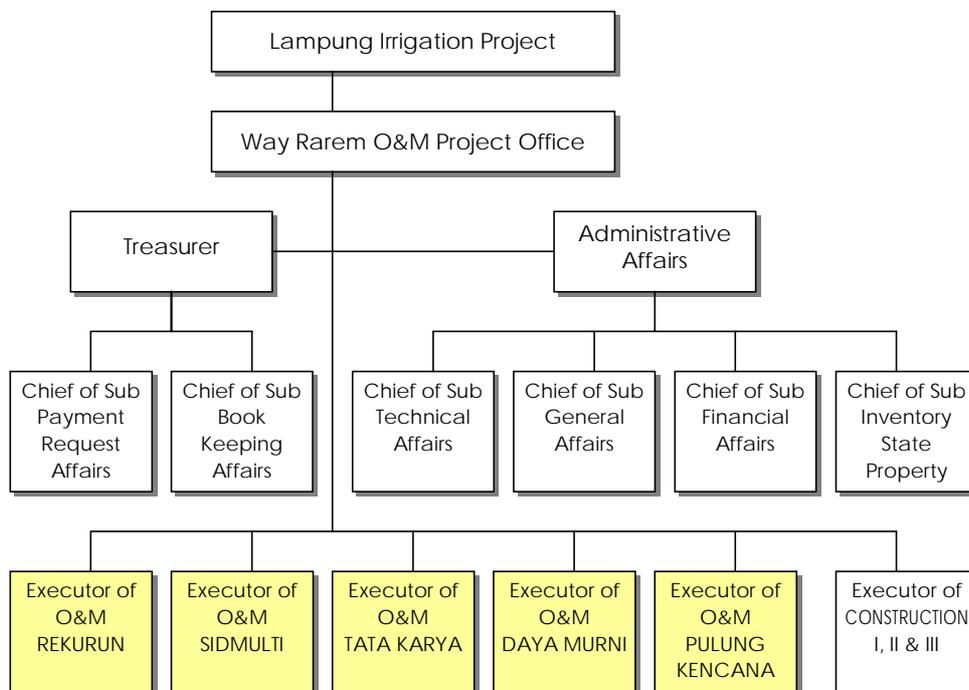
<sup>5</sup> 本事業の効果・インパクトを調べるため、受益者を対象に質問票によるインタビュー調査を実施した。ワイ・ラレムO&M事業事務所の協力の下、事業対象地域から100名の回答者(総世帯の約0.3~0.4%)を無作為に選出した。質問票の主な内容は、施設の稼働状況及びアクセス O&M活動に対する農民参加 女性の参加 事業のインパクト 事業の全体評価 その他の要望・要請である。図2に示したデータは、質問票に対する回答の1世帯当りの平均値であり、全て現在価値(2000年)に調整済みである。

<sup>6</sup> 事業審査時において、農業支出を引いた後の総収入は全体で230%増加すると予測されていた。

<sup>7</sup> 事業施設(ダム、幹線・第2次水路)の建設・維持管理は、1997年まで公共事業省管轄下のワイ・ラレムサブ・プロジェクト事務所が担当してきたが、O&Mの責任が移管され、現在はワイ・ラレムO&M事業事務所が担当している。

には5つのO&M実行担当チームがある。同チーム<sup>8</sup>は、水配分（幹線水路に係る取水門・分水門の運用、第2次水路の水門の運用など）及び定期的簡易メンテナンス（門の潤滑油差し、塗装、草刈、土砂堆積物の除去、小規模な施設損傷の修理など）を行っている。

図3：ワイ・ラレム O&M 事業事務所の組織図（2001年8月時点）



## (2) 第3次水路及び末端圃場灌漑施設

水利組合（WUA）が第3次水路及び末端圃場灌漑施設のO&Mを担当している。事業対象地域には、計18,658名の組合員から構成される47ヶ所のWUAが存在する（事業事務所から得た最新のWUAリストを参照）。WUAは村落ごとに形成され、1ヶ所のWUA当り平均397名の組合員を有し、430haの農地を所有している。また、村落内の農民全員がWUAに所属している。施設のO&M責任は公式にWUAに移管されているが、事業事務所のデータによると、現在のところ事業対象地域では7ヶ所（15%）のWUAが実質的に機能しているのみである。

WUAは、水配分計画の準備・運用、政府・農民間の連絡、定期・不定期の施設メンテナンスといった活動を行なう。WUAの実際の組織率は15%と低いものの、農民はGotong-Royong（地域における相互扶助システム）を通じて非公式にO&M活動に参加している。通常、年2回にわたる施設の定期的メンテナンスがGotong-Royongにより行われており、農民は作付期毎に約5日間のメンテナンス作業を自発的に行っている。

### 2.5.2 施設の現況

現地調査期間中、ダム、幹線・第2次・第3次水路等の施設の現況を視察した。その結果を以下に示す。

<sup>8</sup> 1998年の記録によると、各実行担当チームは2名の灌漑監理者、4~7名の水管理専門家、11~19名の水門管理者からなっている。

## (1) ラレム・ダム

1993 年以来、貯水池における土砂堆積の進行具合は厳密にモニタリングされていないため、現在の土砂堆積量を示す定量的データはない。1993 年に円借款により実施された事業の持続性・自立発展性調査において、蓄積された土砂に関する詳細な調査が日本人エンジニアにより実施されたが、同調査報告書によると、土砂堆積の進行具合は計画設計の範囲内であり、同調査時点では問題ないとされていた。

評価時点において、ダム構造物及びその周辺環境は良好に管理されていた。事業事務所の支局から、集水域における森林伐採に係る懸念の声があったものの、集水域に深刻な地盤侵食や土砂流入は見られなかった。実際、WATSAL フィードバック調査の報告では、流域における地盤侵食の被害は 280ha、もしくは集水域 (328,000ha) の 0.85% でしかない。

## (2) 幹線水路

幹線水路沿いに 14 ヲ所のサイフォンが設置されたが、これらは O&M 職員が水路内の清掃を行うに十分な広さがある。現在のところ、年 1 回乾期の間定期的に清掃が行われており、施設に深刻な損傷 (水漏れ、深刻な泥堆積など) は見られない。

水路表面の全てがコンクリートにより保護されているわけではないが、1994 年に崩壊した後再建設された水路区間を含み、外側湾曲部のような重要区間は、第 4 期事業において効果的な保護工事が施された (幹線水路の総延長の 26.3% が同事業で改修・コンクリート補修された)。設備は、本評価時点においても良好に維持されている。

## (3) 第 2 次・第 3 次水路

以前十分な灌漑用水が供給されていたが、現在十分な水量が取水できない状態にあるとされる第 2 次・第 3 次水路の区間数 ヲ所を視察した。取水不良に係る主な理由を以下に要約する：

Pulung Kencana 及び Tata Karya におけるサイフォンの機能障害

Pulung Kencana 及び Sidmukti にある第 2 次水路末端流域における水不足

Pulung Kencana の送水路における水漏れ

サイフォンの機能障害のような施設の損傷は限られており、サイフォン機能障害など施設の物理的問題がない末端流域になぜ水が供給されないのかは依然として明らかでない。考えられる原因については 2.5.4 事業の持続性・自立発展性における「問題分析」にて述べることにする。

## 2.5.3 財政状況

### (1) ワイ・ラレム O&M 事業事務所

表 6 に事業施設に係る O&M 予算の実績を示す。一部の施設運用が開始された 1984/85 年から 1996/97 年まで O&M 資金は中央政府から配分されていた。O&M 責任が州政府に移管された 1997/98 年以降、O&M 資金は主に州政府を財源としている。O&M 予算の不足分に関しては中央政府からの資金により補われている。中央政府からの年間予算配分額はおよそ 80 百万ルピア、一方、州政府からの年間配分額は 200 百万ルピア～500 百万ルピアである。2000/2001 年における中央政府からの予算配分額は 100 百万ルピアで、州政府からは 488 百万ルピアであった。年間 O&M 予算の総計が 588 百万ルピアで灌漑面積が 22,000ha であると仮定すると、1 ヘクタール当りのメンテナンス費用は 26,700 ルピア/ha となる。この額は、前述の 1993 年に実施された持続性・自立発展性調査で設定された計画値である 57,130 ルピア/ha の半分以下である。

このような財政状況のため、門管理職員の月々の平均給与はわずか 180,000 ルピアで、常勤職員の平均給与（800,000 ルピア）の 4 分の 1 以下となっている。このような給与状況により、職員は副業（米栽培など）をしないといけない状況にあり、結果として職員の仕事に対する意欲を低下させ、迅速かつ正確な門運用の妨げとなっている。

表 6：ダム及び幹線・第 2 次水路に係る O&M 予算配分額

FY	National Budget Rp. 1,000	Local Budget Rp. 1,000	Total Rp. 1,000
1984/1985	71,362	--	71,362
1985/1986	144,850	--	144,850
1986/1987	98,181	--	98,181
1987/1988	40,806	--	40,806
1988/1989	41,900	--	41,900
1989/1990	42,000	--	42,000
1990/1991	333,250	--	333,250
1991/1992	305,000	--	305,000
1992/1993	195,884	--	195,884
1993/1994	175,400	--	175,400
1994/1995	247,275	--	247,275
1995/1996	176,900	--	176,900
1996/1997	187,400	--	187,400
1997/1998	--	240,000	240,000
1998/1999	80,000	200,000	280,000
1999/2000	80,000	373,000	453,000
2000/2001	100,000	488,000	588,000

出典：ワイ・ラレム事業支局

## (2) WUA (水利組合)

2001 年の WATSAL フィードバック調査によると、WUA 組合費は 1,000 ~ 5,000 ルピア(平均 3,500 ルピア)である。組合の主要な財源は組合費ではなく、年・季節ごとに組合員から寄与される米であり、収穫後、組合員は 60 ~ 80kg/ha の米(現在の相場、1,100 ルピア/kg で換算すると 66,000 ~ 88,000 ルピア/ha となる)を寄与している。WUA は米を収集・加工して販売した収入の 35%までを事務所職員(管理職員、事務職員、経理職員、水管理技術者など)の報酬金として使用し、20%までを事務経費に使用、45%までを水路及び構造物のメンテナンスに使用している。このような現物供与のほかに、雨期に 11,400 ルピア/ha、乾期に 9,700 ルピア/ha の割合で ISF (水利料金)を徴収し、県(Kabupaten)に支払っている。州政府から収集したデータによると、水利料金の平均徴収率は雨期において 80%、乾期において 38%となっている。この乾期における低徴収率は、農民が水路から十分な灌漑用水を確保できないため、ISF を支払わないことが原因となっている。

このような状況を踏まえ、十分な灌漑用水が農民の水田に供給されるようにすると共に、ISF 徴収システムを強化するなどの対策をとる必要がある。

## 2.5.4 事業の持続性・自立発展性

### < 問題分析 >

本事業の主要な問題点として、末端流域における「水不足現象」が挙げられる。この水不足が原因で、米作付の低パフォーマンス及び2次農作物の予想外の増加が引き起こされている。ワイ・ラレム O&M 事業事務所の事業責任者は、こういった事態を招いた要因として以下を指摘している：

貯水池内の土砂堆積が予想以上の速度で蓄積されており、取水量の低下を招いている。

水路（幹線、第2次、第3次）における水の損失が予想以上に大きい。

実際の水田における要水量が予想以上に多い。

これらの要因を以下において詳細に分析する。

### (1) ラレム・ダムからの水供給

図4に取水用水量（灌漑水供給）及び貯水池からの余水放流量を示す。1995年及び96年に第4期事業における改修工事のため、水供給量を大幅に減少させたのを除けば、水供給量の減少は見られない。よって、ラレム・ダム完成後に貯水能力の深刻な低下が生じているとは考えにくい。

また、貯水能力低下の可能性について、WATSAL フィードバック調査にて詳細な分析が行われているが、それによると「問題なし」と報告されている。すなわち、貯水能力の低下の可能性はほとんどないということである。ラレム・ダムの総貯水量は、完成から10年間で72.4 MCM から70.5 MCM に減少（1.95 MCM、または0.3%の減少）しているものの、これは集水域面積に換算すると $590\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ であり、設計値の $750\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ を下回る値である。したがって、前述にある事業責任者の指摘に反して、貯水池における土砂堆積は深刻なものではないと考えられる。

図4：ラレム・ダムの取水用水量及び余水放流量（MCM）

Package I completed    Package II completed    Package III completed    Main Canal Slid    Package IV completed  
Long Dry Season

出典：ワイ・ラレム O&M 事業事務所

## (2) 水路における漏水

事業事務所が 2000 年に幹線水路（導水路）の漏水に係る調査を実施した。同調査によれば、水漏れ率は 17.6% で、計画設計値である 15% よりも高い割合であった。同事務所は調査結果を受け、コンクリート・ライニングにより水路の強化を図ることを中央政府に提案した。しかし、他方 2000 年 WATSAL フィードバック調査において、58% という十分な灌漑効率<sup>9</sup>が確保されていることが分かっている。この数値は、計量灌漑技術上、妥当と判断される。したがって、漏水が「水不足現象」の主要因であるという可能性は低いと考えられる。

## (3) 水田要水量

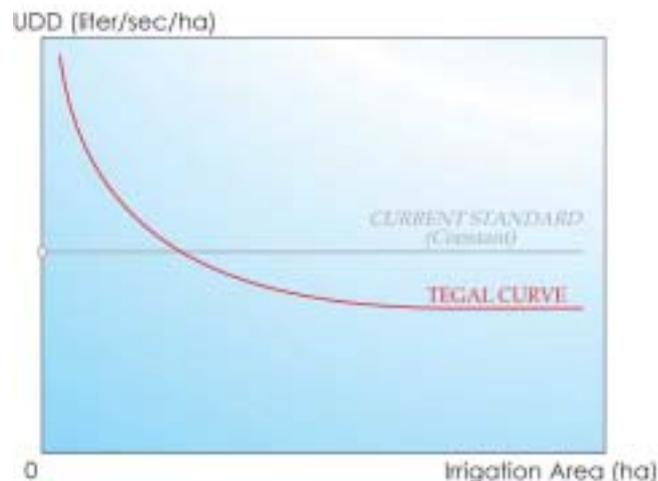
要水量については、「単位水量の過少見積り」及び「取水超過」の 2 点ごとに以下に述べることとする。

### (3) - 単位水量の過少見積り

計画灌漑対象地域（33,400ha/年）は、本事業施設で灌漑を行うには広すぎるのではないかという水不足問題に係る議論がある。これは、設計時に適用された単位水量（1.0 ㍉/秒/ha）が現在の灌漑施設設計に一般的に適用されている単位水量（およそ 1.5 ㍉/秒/ha）よりも少ないことに拠る。

ワイ・ラレム灌漑施設は、次の設計基準に則り 1986 年以前に設計された。すなわち、Tegal 曲線係数<sup>10</sup>：広大な灌漑地域に対しては比較的少ない単位水量で済む（図 5 参照）。水門開閉に頼った水配分管理：Tegal 曲線係数に沿って設定された単位水量の下、最大限に水を利用するため頻繁かつ正確な水門の操作（本事業において Romin 型や Slide 型など約 600 ヶ所の水門が設置された）を必要とする。

図 5：Tegal 曲線の概念



<sup>9</sup> 灌漑効率は、配水施設を通じて最初の取水から得ることのできる効果的な灌漑用水量と定義される。

灌漑効率 = 給水係数 × 運用係数

<sup>10</sup> Tegal 曲線は水路設計基準として長年インドネシアの灌漑分野において使用されてきたものであるが、1986 年 12 月に DGWRD の灌漑施設基準から省かれ、現在の基準に変更された。現在の基準では、灌漑対象地の規模に関係なく一定の単位水量が適用されている。

### (3) - 取水超過

表7に上流域における取水状況を示す。表中の数値は2001年7月に実施されたWATSALフィードバック調査において記録されたものである。同調査を通じて、第1分岐点に近い数カ所の水門において計画以上の過大な取水が行われていることが明らかとなった。

表7：2001年の上流域における配水データ

Turnout	Gate Type	Irrigation Area (ha)		Discharge (l/sec)		Unit Discharge (l/sec/ha)	
		Design	Actual	Design	Actual	Design	Actual
B.Br.1	Sluice	4,021	1,333	4,061	6,120	1.0	4.6
B.Br.1 kika	Romijn	66	22	67	205	1.0	9.3
B.Propau 1	Sluice	332	99	335	729	1.0	7.4
B.Br.2.ka	Romijn	5	3	5	48	1.0	16.0
B.Br.2 ki	Romijn	10	5	10	40	1.0	8.0
B.Br.6 kaki	Romijn	23	5	23	37	1.0	7.4
B.Br.6 ki	Romijn	17	6	17	13	1.0	2.2
B.Propau 2	Romijn	139	19	140	94	1.0	4.9

出典：WATSAL フィードバック調査

これらの水門において実際に取水されている平均単位水量は、計画値の4.9倍を示している。他の地域においても、不当かつ過大な配水が行われていることが想像される。幹線・第2次水路の上流側から制限なしに灌漑用水が取水されているため、上流・下流間において不均衡な水配分が生じているおそれがある。

排水量データがないため、上記取水箇所において実際に必要な用水量を特定するのは困難である。しかし、表7に見られた単位水量の実績から、上流域において不当かつ過大な取水が行われていることはほぼ確かであり、これが末端流域における慢性的な水不足の主たる要因となっていると考える。ひるがえって、この上流域における不当かつ過大な配水が、本事業の低い米生産に繋がっていると考える。

#### < 全体評価 >

上記で述べたように、可能性の「貯水池の土砂堆積により取水量が減少している」は、ダムの放水量に係る実際の経年データ及び持続性・自立発展性調査における土砂堆積評価を考慮すると、関連性がないと考えられる。可能性も現在の灌漑効率が十分なものであることから、水不足現象に関連性はない。単位水量及び取水問題から構成される可能性については、本事業の現在のパフォーマンス状況における主要な問題点となっている可能性があるため、更なる議論が必要である。可能性は、配水管理能力（農民の姿勢・行動及びO&Mに対する事業事務所の限られた資源）及び以前の水路設計基準に準じた複雑な水門操作を必要とする施設の特性に起因する不適切な水配分として説明できる。

2.5.3 財政状況で述べたように、主にO&M予算不足から、事業事務所はO&M職員に対して計画どおり施設（水門など）の効果的な運用をさせる動機付けが困難となっている。このような状況は、自らの水田に十分な水を確保しようとする農民の自然な願望により悪化しており、結果として、上流域における過大な水使用及び下流域における水不足という現象になっている。

この問題を更に分析し、事業効果の発現を促進するため、現在（2002/2003年）円借款による水

資源セクター開発ローン II (PTSL2<sup>11</sup>) のプロジェクトタイプ・セクターローンにて詳細調査が実施されている。PTSL2 の借款契約は 2001 年 7 月に調印され、その事業目的は水資源施設の改修・修繕を行うことにより農業生産の向上等に寄与することである。また、PTSL2 はワイ・ラレム灌漑のリハビリを含む西部・中部インドネシアを中心に 19 のサブ・プロジェクトを擁している。

### 3. 教訓

灌漑事業において、O&M 及び水管理に係る WUA、農民、O&M 機関の能力強化、並びにこれら水利用者間の協調は、事業の持続性・自立発展性を確保する上で必要不可欠なものである。このような能力強化・協調の実施を、プロジェクト・サイクルの初段階において事業範囲に含めるべきである。

### 4. 提言

**(1) 本事業の低パフォーマンスに対処するため、O&M 強化及び配水改善を実施すべきである。**

現在の問題点に対処するためには、配水システムの改善が不可欠である。考えられる対策は以下のとおりである：

過大な水利用を制限すべく、効率的な水管理に係る農民の理解を促す。

需要に基づくダム運用を含む、現実的かつ信頼ある包括的な配水方法を確立する。

**(2) 更なる溺死被害を避けるため、既存土取場に係る安全対策が必要である。例えば、土取場の水を河川に排出すれば、事故の防止のみならず、水路にある堤防底部の滑落を防止することにもなる。**

<sup>11</sup> 現在行われている PTSL2 のワイ・ラレム灌漑に係る調査内容には次のものが挙げられる： 過去に記録された貯水池の水量、取水量、余水放流量などのデータの確認、貯水池における土砂堆積量及び有効貯水量の調査、幹線、第 2 次、第 3 次水路の施設状況（漏水、侵食、サイフォン機能など）の検査、過去の漏水及び水田における浸出の調査、作付パターンの計画と実績のレビュー、水門のない配水システムの検討、農民組織の強化及び公平な水利用に係る情報の普及、農民による O&M 活動の強化。

## 主要計画 / 実績比較

### 第1期・第2期事業

項目	計画	実績
<b>事業範囲</b> 1. ダム・貯水池 (1) ダムの種類 (2) ダムの高さ (3) ダムの堤防施設能力 (4) ダムの貯水量 (5) 有効貯水量 (6) 貯水域 2. 幹線水路 (1) 総延長 (2) 未舗装水路 3. 第2次水路 (1) 総延長 (2) 第3次水路 (3) 排水路	ロックフィル・タイプ(中央型) 31.0 m 1,050,000 m <sup>3</sup> 72.4 million m <sup>3</sup> 56.9 million m <sup>3</sup> 328 km <sup>2</sup> 64.8 km 61.2 km 159.3 km 36 m/ha 12 m/ha	計画どおり 32.0 m 1,340,000 m <sup>3</sup> 70.45 million m <sup>3</sup> 計画どおり 計画どおり 63.5 km 58.7 km 158.9 km 15.3 m/ha 33.9 m/ha
<b>事業実施期間</b> <第1期> 1. 準備作業 2. 河川迂回工事 3. 主要ダム 4. 余水吐 5. 取水 6. 道路移転 7. 主要水路 <第2期> 1. 準備作業 2. 主要水路 3. 第2次水路 4. 第3次水路網	1979年4月 - 1980年1月 1980年6月 - 1981年11月 1980年9月 - 1983年3月 1981年5月 - 1983年10月 1981年5月 - 1983年8月 1981年1月 - 1983年10月 1981年1月 - 1982年12月 1980年9月 - 1981年11月 1981年4月 - 1985年2月 1981年4月 - 1985年2月 1981年12月 - 1985年2月	1979年5月 - 1981年8月 1981年2月 - 1982年5月 1981年4月 - 1984年1月 1981年3月 - 1983年10月 1981年12月 - 1983年11月 1982年4月 - 1984年1月 1981年4月 - 1983年12月 (1984年1月完成) N.A.
<b>事業費</b> <第1期> 外貨 内貨 合計 うち円借款分 <第2期> 外貨 内貨 合計 うち円借款分	6,373 百万円 3,681 百万円ルピア 10,054 百万円 7,365 百万円 7,313 百万円 9,767 百万円ルピア 17,080 百万円 10,245 百万円	6,726 百万円 5,565 百万円ルピア 12,291 百万円 7,361 百万円 7,180 百万円 2,203 百万円ルピア 9,383 百万円 9,154 百万円

### 第3期事業

項目	計画	実績
<b>事業範囲</b> 1. 土木工事 (1) 主要施設 (2) 第3次水路網  2. O&M 機材の調達 (1) 機材 (2) スペアパーツ 3. コンサルティング・サービス (1) 専門家 A (2) 専門家 B	35.2 km 12,675 ha   備考参照 約 20%  Total 298 M/M (海外：149 M/M) (国内：149 M/M)	計画どおり 12,122 ha   計画どおり 0  計画どおり 計画どおり 計画どおり
<b>事業実施期間</b> 1. L/A 締結 2. コンサルタント選定 3. 土木工事 (1) 主要施設 (メンテナンス期間を含む) (2) 第3次水路網 (3) O&M 施設建設 4. O&M 機材 5. コンサルティング・サービス	1987年9月 1987年6月 - 1987年12月  1987年6月 - 1990年12月 1987年9月 - 1990年9月 1987年12月 - 1989年1月 1988年4月 - 1989年3月 1987年1月 - 1990年12月  (1990年12月完成)	1987年12月 ---  1988年3月 - 1991年12月 1988年3月 - 1990年12月 1988年6月 - 1991年5月 1990年8月 - 1990年10月 1990年6月 - 1990年10月  (1991年5月完成)
<b>事業費</b>  外貨 内貨  合計 うち円借款分 換算レート	2,138 百万円 889 百万円 (9,460 百万円ルピア) 3,027 百万円 3,027 百万円 1 ルピア=0.094 円 (1987年2月)	1,480 百万円 607 百万円  2,087 百万円 2,034 百万円

備考：モーターグレーダー、道路ローラー、ダンプトラック、ウィールローダー、クレーントラック、ハンドローラー、発電機、水中ポンプ、携帯コンプレッサー、タービンポンプ、サポート付チェーンブロック、エンジン溶接、コンクリートミキサー、音響測定器等の機材。

#### 第4期事業

項目	計画	実績
<b>事業範囲</b> 1. 土木工事 (1) ラレムダム改修工事 ・ トラッシュルームの配置変更 ・ 電気機器の修理 ・ 緑地帯の造林 (2) 主要水路の改修 ・ 水路のライニング ・ 溝の石工ライニング ・ 管理道路の改修 (3) 第2次水路の改修 ・ 借用ピットの改修 ・ 水路のライニング ・ 管理道路の改修 (4) 第3次水路網の改修 ・ 借用ピットの改修 ・ 水路のライニング ・ アプローチ道路の改修 (5) 自然排出設備の改修 (6) 機材保管庫 (7) 訓練建物  2. O&M 機材の調達 (1) 機材 (2) スペアパーツ 3. コンサルティング・サービス (8) 専門家 A (9) 専門家 B	2 カ所 -- 300 ha など  13 km 30 km 45km など  62 km 23 km 38 km 44 km 20 km 22 nos その他 60 km 1 カ所 1 カ所  備考1 参照 備考2 参照  合計：146 M/M (海外：44 M/M) (国内：102 M/M)	1 カ所. 1 カ所 1,030 ha  32 km 31.65 km 32 km  計画どおり 48 km 67 km 68.3 km 22 km 23 km 59.4 km 計画どおり 計画どおり  計画どおり 計画どおり  合計：159.86 M/M (海外：46 M/M) (国内：114 M/M)
<b>事業実施期間</b> 1. L/A 締結 2. コンサルタント選定 3. 土木工事 4. O&M 機材調達 5. コンサルティング・サービス 6. 訓練 7. 土地収用	1991年9月 1991年7月 - 1992年6月 1991年1月 - 1996年1月 1991年8月 - 1993年11月 1992年7月 - 1996年1月 1992年4月 - 1995年3月 1993年5月 - 1994年4月 (1996年1月完成)	計画どおり 1991年9月 - 1992年8月 1992年9月 - 1996年11月 1992年1月 - 1994年12月 1994年8月 - 1996年12月 1992年12月 - 1993年3月 N.A. - 1993年6月 (1996年12月完成)
<b>事業費</b> 外貨 内貨  合計 うち円借款分 換算レート	1,089 百万円 844 百万円 (12,423 百万円ルピア) 1,933 百万円 1,623 百万円 1 ルピア=0.068 円 (1991年4月)	1,504 百万円 159 百万円  1,663 百万円 1,558 百万円

備考1：湿地用ブルドーザー、ブラックハウ、携帯植林伐採機、ショップツール、管理用ピックアップ車、オートバイ、潮測定器、通信施設、気象観測機器、超音波放出測定器、雑草伐採機、土砂ポンプ、発電機、スピードボート用モーターなどの機材。

備考2：ミニバス、移動式訓練装置、訓練用AV機器、訓練建物用家具などの機材